



Fernando Alves de Sá **Reformulação de um *layout*: caso de aplicação a um**
Coimbra **setor produtivo de uma empresa de produtos de**
comunicação visual



**Fernando Alves de Sá
Coimbra**

**Reformulação de um *layout*: caso de aplicação a um
setor produtivo de uma empresa de produtos de
comunicação visual**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais, irmã e amigos.

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira

Professor Associado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, minha orientadora, por todo o apoio, paciência e disponibilidade demonstrada.

Aos meus orientadores na empresa Bi-Silque SPGS, S.A., Engenheiro Abel Maia e Engenheiro Carlos Leão, pela oportunidade proporcionada.

Aos meus pais, irmã e amigos, pelo incansável apoio e insistência para nunca desmotivar.

palavras-chave

Fluxos de produção, problema de *layouts*, *Systematic Layout Planning*

resumo

O presente relatório pretende mostrar o desenvolvimento de um projeto, realizado numa empresa de produtos de comunicação visual, que teve como base o problema da definição de um *layout* industrial. O objetivo do projeto passava pela melhoria dos fluxos de produção, redução do WIP, redução das áreas ocupadas pelas secções do pavilhão, aumento da facilidade de comunicação entre trabalhadores e criação de zonas definidas para a colocação de produto intermédio, defeituoso e final. Assim, tendo em vista todos os pontos a melhorar, foi necessário redefinir o *layout* do pavilhão em causa.

O projeto foi essencialmente desenvolvido segundo a metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*) que assenta em quatro fases, a primeira de análise, onde foram levantados todos os dados considerados relevantes para o desenvolvimento do projeto, a segunda de pesquisa, onde foi possível explorar alternativas de implantação, a terceira fase de seleção, onde foram expostos os fatores que mais relevância tiveram no momento da escolha, e a quarta, especificamente a implementação da alternativa selecionada.

Entre os resultados obtidos através das alterações efetuadas, destacam-se a simplificação de fluxos entre as diferentes secções presentes no setor, a facilidade de supervisão e a melhoria em termos de organização.

keywords

Production flow, Facility Layout Problem, Systematic Layout Planning.

abstract

This report intends to show the development of a project carried out in a visual communication products company based on the problem of defining an industrial layout. The objective of the project was to improve production flows, reduce WIP, reduce areas occupied by pavilion sections, increase the ease of communication between workers and create defined areas for intermediate, defective and final product placement. Thus, in view of all the points to be improved, it was necessary to redefine the layout of the industrial pavilion.

The project was essentially developed according to the SLP (Systematic Layout Planning) methodology, which is based on four stages. The first one was the analysis, where all the data considered relevant for the development of the project were surveyed. The second one was the research stage, where it was possible to explore the alternatives for the layout solution. The third stage was the selection, where the factors that had the most relevance were presented to help choose the best alternative. Finally, the fourth step correspond, specifically, to the implementation of the selected alternative.

Among the results obtained through the implemented changes, it is noteworthy the simplification of flows between the different sections present in the sector, the ease of supervision and the improvement in terms of organization.

Índice

1	Introdução.....	1
2	Enquadramento teórico	3
2.1	Problema dos Layouts	3
2.2	Abordagens.....	3
2.2.1	Algoritmos Exatos.....	4
2.2.2	Algoritmos baseados em Heurísticas	4
2.2.3	Configurações Básicas de Implantação	6
2.2.4	SLP - <i>Systematic Layout Planning</i>	9
2.3	Layout na aplicação do conceito Lean manufacturing.....	18
3	Caso de Estudo.....	23
3.1	Descrição da empresa	23
3.2	Metodologia	25
3.3	Breve descrição da situação atual de cada centro de produção do pavilhão EASEL ...	26
3.4	Aplicação do método SLP	33
3.4.1	Etapa de análise	33
3.4.2	Fluxo produtivo e análise do <i>layout</i> atual.....	40
3.4.3	Relação entre atividades	51
3.4.4	Elaboração de alternativas.....	55
3.4.5	Etapa de seleção	58
3.5	Implementação da solução escolhida	71
4	Conclusão e trabalhos futuros.....	75
4.1	Conclusão	75
4.2	Projetos de trabalhos futuros.....	76
5	Bibliografia	77

Índice de figuras

Figura 1: Abordagens de resolução de problemas de Layout (adaptado de Drira et al., 2007)	4
Figura 2: A chave (PQRST), para a aplicação da metodologia SLP (fonte: Muther & Halles, 2015)	11
Figura 3: Seleção do tipo de Layout baseado no volume de produção, variedade de produtos e flexibilidade (adaptado de Phillips, 1997)	12
Figura 4: Elaboração de uma tabela relacional (adaptado de Muther & Halles, 2015.)	13
Figura 5: Convenções de simbologia usada na elaboração de um diagrama de circulação/processo (fonte: Muther & Halles 2015.)	14
Figura 6: Convenções de simbologia usada na elaboração de um diagrama de circulação (fonte: Muther & Halles 2015.)	14
Figura 7: Exemplo de um diagrama de circulação	15
Figura 8: Metodologia de aplicação do SLP proposto por Muther (adaptado de Muther & Halles, 2015.; Phillips, 1997 e Roldão & Ribeiro, 2014)	18
Figura 9: Princípios e desperdícios do lean manufacturing (fonte: Gómez P. & Filho, 2016)	19
Figura 10: Vista aérea da empresa	23
Figura 11: Alguns exemplos dos produtos da empresa	24
Figura 12: Área ocupada com monos e produtos defeituosos	26
Figura 13: Layout inicial do Pavilhão EASEL	27
Figura 14: Memo	29
Figura 15: Produção média semanal da máquina do setor Corte para os vários setores destino	34
Figura 16: Produção média semanal do setor MME para os setores EASEL e MOBILE	35
Figura 17: Produção média semanal do setor EASEL	35
Figura 18: Produção média semanal do setor MOBILE	36
Figura 19: Produção média semanal do setor MFE	37
Figura 20: Produção média semanal dos três setores das vitrines	38
Figura 21: Produção média semanal do setor das Vitrines Oval	38
Figura 22: Produção média semanal do setor das Vitrines Master	39
Figura 23: Percorso feito pelo comboio logístico	41
Figura 24: Gráfico de processo simples do setor do Corte	42
Figura 25: Gráfico de processo simples do setor MME	43
Figura 26: Trajetória da movimentação entre o setor MOBILE com o setor MFE	44
Figura 27: Exemplo de um gráfico de processo genérico para qualquer Vitrine Oval	51
Figura 28: Exemplos de simulações em quadros magnéticos de propostas de Layout	56
Figura 29: Alternativa 1	57
Figura 30: Alternativa 2	58
Figura 31: Simulação no chão de fábrica das alterações propostas	71
Figura 32: Antes e depois de um suporte de máquinas na linha EASEL	72
Figura 33: Exemplo de marcação de um corredor	72
Figura 34: Exemplo de marcação de produto intermédio	73
Figura 35: Exemplo de marcação de produto final	73
Figura 36: Exemplo de marcação de produto danificado	73

Índice de tabelas

Tabela 1:Exemplos de heurísticas construtivas	5
Tabela 2: Exemplos de heurísticas de melhoramento.....	5
Tabela 3:Dados referentes à média da produção semanal da máquina CPA4 do setor do Corte, para os vários setores de destino.	34
Tabela 4: Dados relativos á produção do setor MME (média semanal, máximo semanal e média semanal em %)	34
Tabela 5:Dados relativos à produção média semanal do setor EASEL,.....	35
Tabela 6: Dados relativos à produção média semanal do setor MOBILE	36
Tabela 7: Dados relativos à produção média semanal do setor MFE	37
Tabela 8: Dados relativos à produção média semanal dos três setores das vitrines	37
Tabela 9: Dados relativos à produção média semanal do setor das Vitrines Oval	38
Tabela 10: Dados relativos á produção média semanal do setor das Vitrines Master	39
Tabela 11: Distâncias percorridas pelos empilhadores dentro do pavilhão.	42
Tabela 12: : Distâncias percorridas pelos carrinhos do setor do corte no transporte de produtos intermédios dentro do pavilhão.....	43
Tabela 13: Distâncias percorridas pelos carrinhos do setor MME para a zona de cura.	44
Tabela 14:Distância percorrida pelo porta-paletes do setor do MOBILE para o setor MFE	44
Tabela 15: Tempos e distâncias percorridas para o produto mais produzido na MME.....	45
Tabela 16: Tempos e distâncias percorridas na produção do EASEL s/braços	46
Tabela 17: Tempos e distâncias percorridas na produção do MOBILE 2simplex c/braços.....	47
Tabela 18: Tempos e distâncias percorridas nas atividades do setor MFE.....	47
Tabela 19: Tempos e distâncias percorridas na produção de uma vitrine MasterVison.....	48
Tabela 20: Tempos e distâncias percorridas na produção de uma vitrine Oval.....	49
Tabela 21: Tempos e distâncias necessárias para a produção de uma vitrine Click.....	50
Tabela 22: Numeração dos diversos setores do pavilhão.	52
Tabela 23: Convenção usada por Muther na elaboração da tabela de relações	53
Tabela 24: Razões por de traz da escolha do "valor" da proximidade.....	53
Tabela 25: Tabela relacional.	53
Tabela 26: Motivos da escolha de proximidades entre os vários setores.	54
Tabela 27:Distâncias percorridas pelo comboio logístico e pelo empilhador dentro do pavilhão.....	59
Tabela 28: Distâncias de percursos entre setores.....	59
Tabela 29:Distâncias percorridas dentro do setor MME.	60
Tabela 30:Distâncias percorridas dentro do setor EASEL.	60
Tabela 31:Distâncias percorridas dentro do setor MFE.....	60
Tabela 32:Distâncias percorridas dentro do setor Vitrines Master.	61
Tabela 33:Distâncias percorridas dentro do setor Vitrines Oval.	61
Tabela 34: Distâncias percorridas dentro do setor Vitrines Click.	62
Tabela 35: Custos da deslocação do comboio logístico na situação inicial e nas duas alternativas propostas.....	63
Tabela 36: Custos da movimentação do empilhador na situação inicial e nas duas alternativas propostas.....	64
Tabela 37: Custos de movimentação do setor do corte para os restantes setores.	66
Tabela 38: Custos de movimentação entre o setor EASEL e o setor MFE.	66
Tabela 39: Custos de movimentação no setor MME.....	67

Tabela 40: Custos de movimentação no setor EASEL.....	67
Tabela 41: Custos de Movimentação no setor MFE.....	68
Tabela 42: Custos de movimentação no setor Vitruines Master.....	69
Tabela 43: Custos de movimentação no setor Vitruines Oval.....	70
Tabela 44: Custos de movimentação no setor Vitruines Click.....	70

1 Introdução

Este relatório apresenta o Projeto desenvolvido na empresa Bi-Silque, no âmbito da disciplina Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade de Aveiro.

O Projeto consistiu na elaboração de uma proposta de um novo *layout* para o Pavilhão EASEL da referida empresa.

O trabalho descrito neste relatório teve por base um estágio que se iniciou a 12 de Setembro de 2016 e que terminou a 12 de Maio de 2017.

Enquadramento do trabalho

O Pavilhão EASEL é um dos pavilhões mais problemáticos da empresa pois, para além de acolher a produção de uma grande diversidade de produtos, é também o pavilhão menos automatizado. Para além disso, com a recente aquisição de uma nova unidade produtiva, um dos setores de produção do pavilhão foi transferido para lá e cerca de 35% da produção de um outro setor também.

O desafio que foi proposto, foca-se na melhoria do *layout* deste pavilhão, com a redefinição de fluxos de produção e de localização dos diversos setores presentes no pavilhão, de forma a ajudar a organização do trabalho.

Objetivos do trabalho

O principal objetivo deste projeto, é reorganizar os setores que permanecem no pavilhão, simplificando fluxos produtivos e fluxos de transporte de matérias, aproveitando o espaço disponível.

Estrutura do relatório

O documento encontra-se estruturado em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é feita uma pequena introdução do trabalho, apresentando o problema, definindo os objetivos do trabalho e a estrutura do presente relatório.

No segundo capítulo é feito um enquadramento teórico, onde são abordadas as principais temáticas associadas ao tema do projeto.

O terceiro capítulo, é referente ao caso de estudo, onde é feita uma apresentação da empresa, uma discriminação da metodologia usada, uma descrição da situação inicial, são expostos todos os dados recolhidos, execução de uma análise e os resultados obtidos.

No quarto capítulo relatam-se as principais conclusões do trabalho, realiza-se uma reflexão sobre o trabalho realizado e faz-se a apresentação de perspectivas de desenvolvimentos futuros.

2 Enquadramento teórico

Este capítulo consiste numa pesquisa de informações sobre o trabalho a desenvolver, com base em artigos científicos e livros sobre o tema do projeto.

2.1 Problema dos Layouts

Onde localizar as instalações e escolher o desenho mais eficiente dessas instalações, são questões estratégicas importantes e fundamentais para qualquer indústria (Singh & Sharma, 2006).

O problema de *layout* define-se na literatura como a procura do melhor posicionamento de instalações, com dimensões conhecidas, na área onde pretendemos fazer a implantação, com o objetivo de minimizar custos e/ou maximizar a eficiência do sistema, tendo em conta requisitos que necessitam de ser satisfeitos.

Este tipo de problemas pertence à classe NP-hard (Drira, Pierreval, & Hajri-Gabouj, 2007), caracterizando-se como um problema de otimização combinatória.

2.2 Abordagens

Não existe nenhum método numérico eficaz para resolver este tipo de problemas (Drira et al., 2007), uma vez que a maioria destes problemas se classifica como NP-Hard. Por isso, é necessário o desenvolvimento de algoritmos eficientes e capazes de obter soluções quase ótimas.

Dependendo da complexidade, a resolução deste tipo de problemas, pode ser feita através de métodos exatos, métodos heurísticos ou, por métodos híbridos (figura 1).

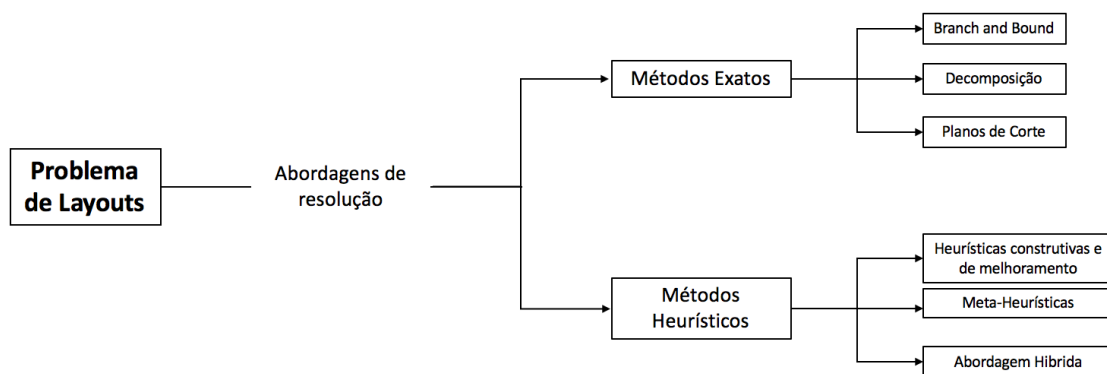


Figura 1: Abordagens de resolução de problemas de Layout (adaptado de Drira et al., 2007)

2.2.1 Algoritmos Exatos

Os algoritmos exatos, conseguem alcançar a solução ótima para um determinado problema muito específico, uma vez que analisam todas as opções possíveis, ou pelo menos uma das melhores soluções, quando várias são possíveis. No entanto, dependendo da sua dimensão, podem atingir tempos computacionais impensáveis, tornando estes métodos não eficientes, segundo Singh & Sharma (2006) estes métodos não são viáveis para problemas com mais de 16 variáveis. Alguns exemplos destes métodos são:

- Algoritmo Branch and Bound;
- Algoritmo de decomposição, que se baseia na separação do problema de programação inteira mista em dois problemas, um de programação inteira e outro de programação linear;
- Algoritmo baseado em planos de corte.

2.2.2 Algoritmos baseados em Heurísticas

Os algoritmos baseados em heurísticas, são uma alternativa aos métodos exatos, que através de alguns critérios, não refletem a necessidade de percorrer todas as soluções possíveis, reduzindo em grande parte a complexidade e o tempo de resolução, com o entrave de não garantir a solução ótima, mas sim uma solução viável, próxima da ótima (Meller & Gau, 1996). Para muitos autores, em alguns

casos a diferença da solução não justifica o elevado tempo computacional requerido pelos métodos exatos. Estes métodos podem ser classificados em quatro classes:

- **Construtivos:** geram uma solução a partir do zero, (a tabela 1 mostra alguns exemplos deste tipo de heurísticas).

Tabela 1: Exemplos de heurísticas construtivas

Exemplos e respetivos autores:	
Heurísticas construtivas	CORELAP (Lee & Moore, 1967)
	ALDEP (Seehof & Evans, 1967)
	COFAD (Tompkins & Reed, 1976)
	SHAPE (Hassan, Hogg, & Smith, 1986)

- **Melhoramento:** para esta classe de algoritmos, é necessário que já exista uma solução inicial, onde posteriormente, de forma iterativa são aplicadas algumas operações com o objetivo de a melhorar. As operações normalmente consistem em trocas de secções. O resultado das trocas é avaliado e a troca que der origem à melhor solução é escolhida. Este algoritmo pode ser aplicado as vezes necessárias, até que a solução cumpra com os requisitos. A principal característica deste algoritmo é que a qualidade da solução final depende sempre da solução inicial (a tabela 2 mostra alguns exemplos deste tipo de heurísticas).

Tabela 2: Exemplos de heurísticas de melhoramento

Exemplos e respetivos autores:	
Heurísticas de melhoramento	CRAFT (Armour & Buffa, 1963)
	FRAT (Khalil, 1973)
	DISCON (Drezner, 1987)

- **Meta-heurísticos**

- **Híbridos:** esta classe de métodos, é caracterizada por uma das seguintes situações:

1. Combinação de algoritmos ótimos com heurísticas, por exemplo o uso inicial de um algoritmo ótimo que é parado forçadamente ao fim de algum tempo, e melhorar a melhor solução encontrada através de uma heurística de melhoramento.

2. Combinação de duas ou mais classes de algoritmos baseados em heurísticas, como por exemplo o uso de algoritmos construtivos e de seguida de refinamento.

2.2.3 Configurações Básicas de Implantação

O formato do *layout* de produção, deve ter em conta os objetivos e especificações dos produtos a serem produzidos. Segundo Jacobs & Richard (2013) existem quatro tipos de organização de *layouts* produtivos:

Implantação Funcional/Processo

Numa implantação do tipo funcional ou por processo, os equipamentos ou funções semelhantes são agrupados conjuntamente em diferentes áreas do setor produtivo (agrupamentos funcionais). O objetivo desta configuração é aumentar a flexibilidade nas operações de produção, os materiais são deslocados às secções estabelecidas, para sofrerem os processos necessários, e pode acontecer que se tenham de deslocar por mais do que uma vez ao mesmo setor (Phillips, 1997). Este tipo de configuração é normalmente usado em processos intermitentes, com uma forte componente de equipamentos universais, quando são produzidos artigos em pequenos lotes ou à unidade e onde o fluxo de operações pode ser diferente para cada produto (Roldão & Ribeiro, 2014).

Vantagens:

- Pode abranger, simultaneamente, uma grande variedade de processos e fluxos de operações;
- É pouco vulnerável a falhas de equipamentos;
- Possui uma maior capacidade de flexibilidade e adaptação a novos requisitos funcionais;

Desvantagens:

- A movimentação dos materiais é, em geral, mais lenta e ineficiente do que, por exemplo, na implantação em linha;
- Aumento do *work in process*;
- Dificuldade em controlar a produção.

Implantação em Linha/ Produto

Na implantação por produto, os equipamentos ou os processos de trabalho são divididos de acordo com as fases consecutivas em que o produto é fabricado (fluxo em linha) formando estações de trabalho por onde o material é transportado e onde sofre as operações de fabrico ou montagem criando um fluxo unidirecional, como por exemplo nas linhas de montagem de automóveis (Phillips, 1997).

Esta configuração é normalmente usada em processos contínuos ou repetitivos em que os equipamentos são dedicados (específicos) às linhas de artigos standard, sendo, em muitos casos, usados equipamentos em duplicado para evitar que os materiais voltem atrás (Roldão & Ribeiro, 2014).

Vantagens:

- Menor *work in process*;
- Permite a produção de elevadas quantidades do mesmo produto;
- Baixos custos unitários de produção, face aos elevados volumes produzidos;
- Elevadas taxas de utilização dos equipamentos;
- Maior controlo sobre os fluxos e cargas de trabalho;
- Baixos custos de movimentação.

Desvantagens:

- Para os trabalhadores, enfado devido à natureza repetitiva do trabalho, pouca gratificação pelo trabalho feito devido à pequena contribuição para a execução de cada artigo e poucas oportunidades de progressão da carreira;
- Rigidez (pouca flexibilidade) para resposta a variações de produção (produtos e quantidades);

- Sistema vulnerável a falhas de equipamentos (uma falha num equipamento pode comprometer toda a linha de produção);
- Necessidade de supervisão constante;
- Equipamentos muito específicos com custos de aquisição elevados.

Implantação Posicional/Ponto fixo

A implantação posicional é caracterizada pelo produto estático, ou seja, trabalhadores, ferramentas, equipamentos, ... movimentam-se pela área de montagem ou transformação do produto (Phillips, 1997). Esta configuração é normalmente usada em processos intermitentes e quando o produto não pode ser deslocado, como é o caso da construção civil, ou não convém ser deslocado devido a questões de peso ou de volume, como por exemplo o caso da construção naval.

Vantagens:

- Flexibilidade no processo, rapidamente adaptável a mudanças do produto e volume de produção.

Desvantagens:

- Custos de movimentação de operadores e materiais elevado;
- Especialização de mão-de-obra elevada;
- Requer elevado planeamento e produção sincronizada;
- Necessidade de supervisão constante.

Implantação Celular/Grupo tecnológico

Para Roldão & Ribeiro (2014), uma implantação celular, é uma implantação onde se regista um agrupamento de equipamentos diferentes em centros de trabalho para trabalhar produtos que tenham formas e processos similares.

Uma implantação celular é semelhante à implantação por processo devido ao facto das células incluírem um conjunto específico de processos e é também semelhante à implantação em linha devido ao facto das células serem dedicadas a uma gama

limitada de produtos. Segundo o mesmo autor, as características básicas de uma célula de produção são:

- Dimensão reduzida no âmbito da totalidade do processo, no entanto, tratada como uma instalação completa;
- Constituída por duas ou mais estações de trabalho independentes dos restantes processos produtivos, mas agregada ou complementar numa sequência de operações;
- As células procedem de uma forma integrada à transformação de um produto ou família de produtos.

Vantagens:

- Criação de grupos multifuncionais e visão de produto;
- Elevada taxa de ocupação de equipamentos;
- Flexibilidade no processo;
- Fluidez do processo produtivo;
- Melhoria na qualidade;
- Redução de stocks.

Desvantagens:

- Requer elevada supervisão.
- Reduzida possibilidade de utilizar os equipamentos para rápidas produções especiais.

2.2.4 SLP - *Systematic Layout Planning*

Systematic Layout Planning (SLP) é uma metodologia apresentada por Richard Muther em 1978, que consiste essencialmente numa forma organizada de condução de projetos de implantação, destinados à fabricação multi-produto, apresentando uma cadeia operacional de procedimentos, através dos quais se pode identificar, avaliar e visualizar todos os elementos implicados na preparação de uma implantação (Roldão & Ribeiro, 2014).

Os passos para implementação da metodologia são os seguintes:

Primeiro passo: Recolha de dados

Muther sugeriu que existem 5 elementos/dados chave que são a base desta metodologia (figura 2):

P - Produto/Materiais (*Product/Materials*);

Produto é simplesmente o que é necessário produzir.

Q - Quantidades/Volume (*Quantity/Volume*);

As quantidades ou volumes de cada variedade de produtos e respetivas quantidades de matérias necessários.

R – Rota - Processo Operativo (*Routing/Process sequence*);

O processo operativo efetuado dentro da fábrica, segundo o qual o produto ou material é produzido, isto é, as sequências de operações, os equipamentos e ferramentas que são necessárias.

S – Serviços Anexos (*Supporting/Services*);

Serviços, atividades e funções que são necessárias para além das operações de transformação, tais como manutenção, inspeção, etc.

T – Tempo (*Time/Timing*)

O tempo que permite precisar quando os produtos devem ser fabricados, ou por outras palavras a quantidade de tempo necessária para executar um determinado produto. Por exemplo num processo produtivo, os tempos de execução das diversas operações vão definir quando e quantos recursos serão necessários para atingir determinado objetivo, sendo que o prazo de concretização de uma atividade, ou entrega, faz parte da medida de tempo, ditando a cadência de produção.

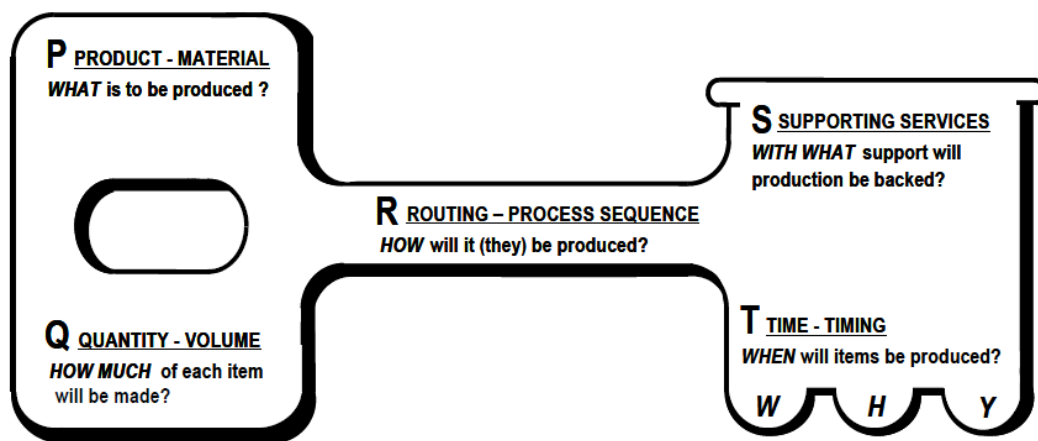


Figura 2: A chave (PQRST), para a aplicação da metodologia SLP (fonte: Muther & Halles, 2015)

O objetivo desta fase, é recolher dados de entrada sobre as variáveis que devem ser levadas em consideração antes do início da análise do *layout*.

Segundo passo: Análise Produto-Quantidade

Após a recolha dos dados referidos acima, segundo a metodologia de Muther, segue-se a análise aos produtos a fabricar e as respetivas quantidades a produzir previstas. Esta análise contribui para a seleção do tipo de produção, bem como da disposição da implantação das cadeias de fabricação e secções produtivas

Para Phillips (1997), nesta fase já devemos ter recolhido um grande número de informações e dados, sobre todos os elementos descritos na primeira fase. Para que seja possível definir os requisitos acerca das quantidades de produção, quer ao nível das quantidades de um tipo de produto, quer ao nível das quantidades de diferentes produtos, perceber como, esses requisitos, podem afetar a nossa filosofia de produção, métodos de produção e o *layout* da fábrica. Para isso, deve ser feita uma análise P/Q (produto/quantidade) (Phillips, 1997), através de gráficos P/Q. Para este autor, um gráfico P/Q, mostra quais são os produtos com mais e menos produção, e a curva inerente a esse gráfico, normalmente reflete a regra 80/20, onde 80% das quantidades produzidas, no espaço de tempo determinado, envolvem apenas 20% dos produtos produzidos. Mas nem todos os casos são

assim e então há que ver, através da curva P/Q, qual das situações descritas se aplica (figura 3).

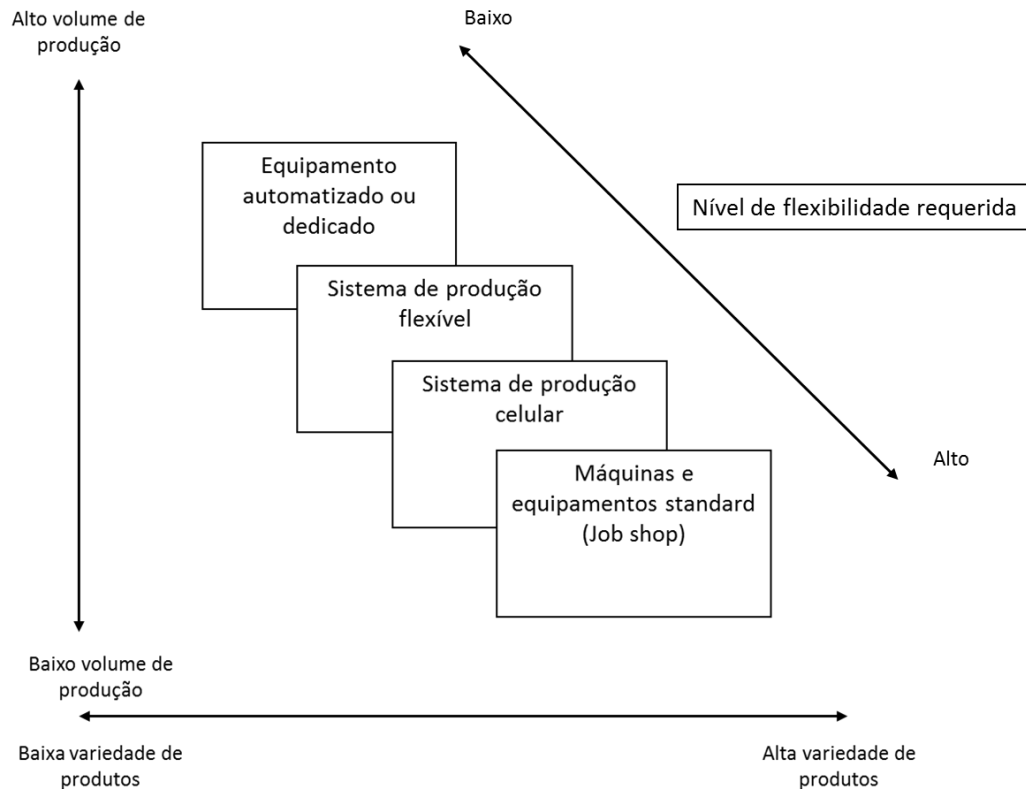


Figura 3: Seleção do tipo de Layout baseado no volume de produção, variedade de produtos e flexibilidade (adaptado de Phillips, 1997)

Terceiro passo: Análise ao circuito de produtos

A localização dos equipamentos e recursos numa instalação é de extrema importância para um fluxo produtivo normal (Roldão & Ribeiro, 2014). Neste passo, deve-se procurar conhecer a sequência e a quantidade de movimentos através das diferentes operações durante o processo produtivo, através de gráficos de processo, que nos indica como os produtos são fabricados. E através dos gráficos de processo e das quantidades previstas a fabricar, é possível fazer uma análise da circulação dos produtos e materiais, isto é, uma análise à intensidade de movimentos dos materiais entre os vários equipamentos, postos de trabalho, secções ou departamentos.

Quarto passo: Análise da relação de atividades

Segundo Muther & Halles (2015) uma análise ao circuito dos produtos e materiais, na maioria das situações, não é suficiente para percebermos como devemos dispor o *layout*, é necessário fazer uma análise complementar, uma análise de relação de atividades. Na maioria das situações, existem atividades ou funções produtivas e poderão ocorrer situações de preferências de proximidade ou afastamento (Roldão & Ribeiro, 2014), e através de uma tabela relacional pode ser visualizada a importância da relação entre cada atividade, função, setor ou departamento (figura 4) e o motivo.

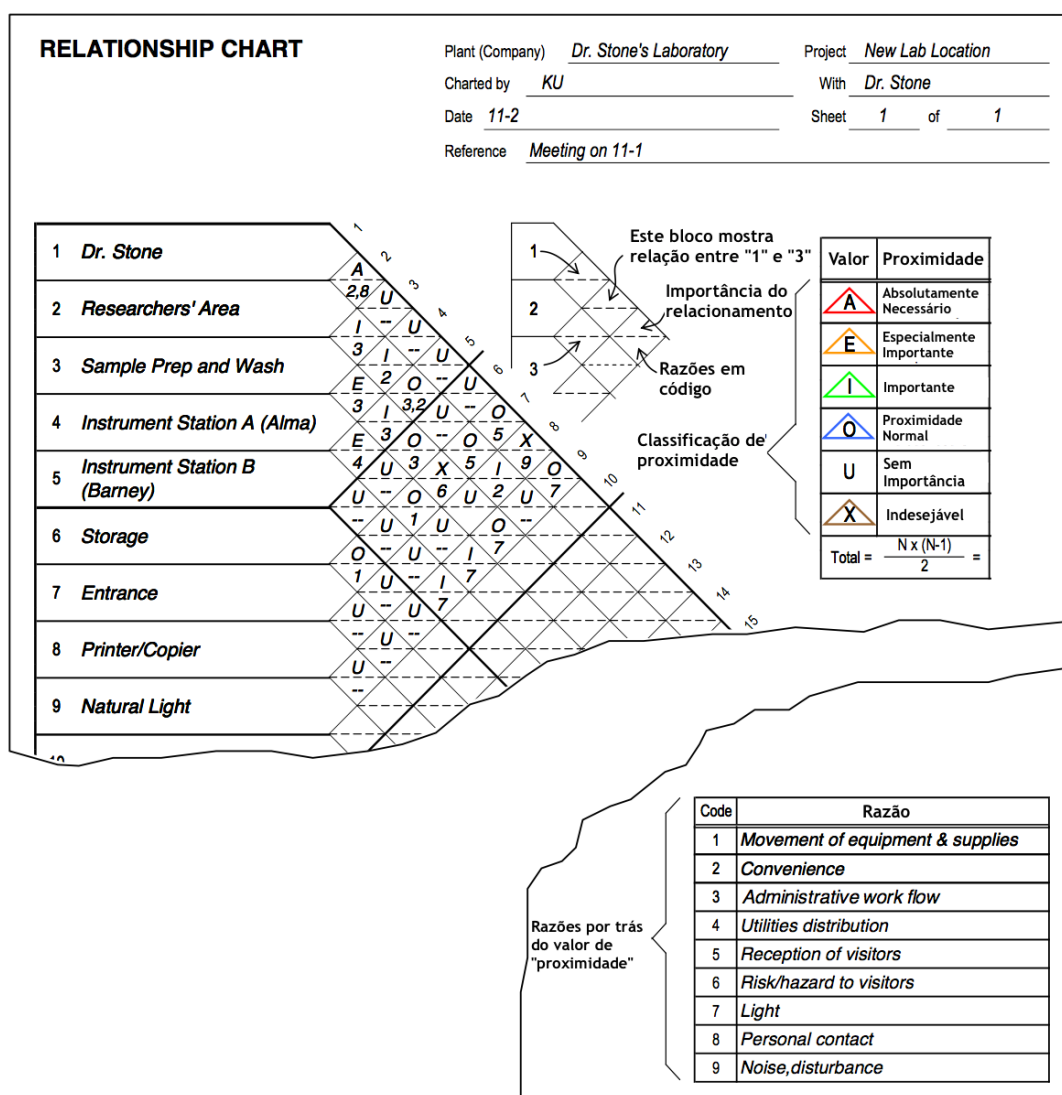


Figura 4:Elaboração de uma tabela relacional (adaptado de Muther & Halles, 2015.)

Quinto passo: Diagrama relacional de circuitos e atividades

Este passo serve apenas para tornar a informação proveniente das análises do circuito de produtos e da relação de atividades mais perceptível, através da elaboração do diagrama relacional de circuitos e atividades. Assim, com base na tabela matricial de movimentações e conforme os movimentos dos produtos e materiais, é possível fazer um diagrama de circulação (figura 7), baseado nas convenções propostas por Muther & Halles (2015) (figuras 5 e 6), e assim perceber qual a melhor disposição dos vários equipamentos, postos de trabalho, secções ou departamentos. Segundo Muther & Halles (2015), a primeira alternativa de *layout* pode surgir deste diagrama.







Process Chart Symbols & Action*	
* 	Operation
* 	Transportation
	Handling
* 	Storage
* 	Delay
* 	Inspection

Figura 5: Convenções de simbologia usada na elaboração de um diagrama de circulação/processo (fonte: Muther & Halles 2015.)







Vowel Letter	No. Value	No. of Lines	Closeness Rating	Color Code
A	4		Absolutely Necessary	Red**
E	3		Especially Important	Orange Yellow**
I	2		Important	Green**
O	1		Ordinary	Blue**
U	0		Unimportant	Uncolored**
X	-1		Not Desirable	Brown**
XX	-2,-3,-4,?		Extremely Undesirable	Black

Figura 6: Convenções de simbologia usada na elaboração de um diagrama de circulação (fonte: Muther & Halles 2015.)

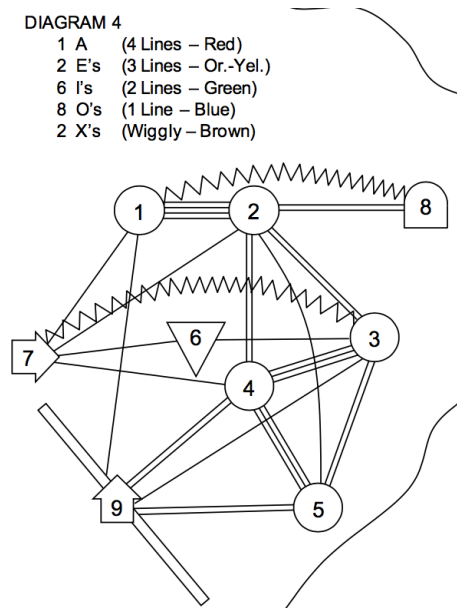


Figura 7: Exemplo de um diagrama de circulação

Sexto passo: Determinação dos espaços

Após a identificação das atividades, setores e serviços, há a necessidade de determinar os espaços respectivos, de forma a assegurar um adequado funcionamento dos processos e de movimentações dos materiais e produtos.

A determinação dos espaços deve ser iniciada pela inventariação dos equipamentos, dispositivos e postos de trabalho (já definidos nos gráficos do processo) correspondentes a cada setor e serviços determinados como resultado da opção da configuração básica de implantação (funcional, em linha ou celular).

Com base nas características dimensionais de cada um dos equipamentos, dispositivos e operações pode construir-se uma listagem das áreas requeridas.

Determinados os espaços necessários, para cada setor ou serviço, poderão ser exploradas soluções alternativas de implantação, as quais, deverão ter em conta as limitações práticas, tais como colunas, características dos pavimentos, etc.

Sétimo passo: Restrições e limitações práticas

Neste passo, devem ser consideradas todas as restrições que podem provocar alterações físicas obrigatórias no projeto de *layout*. Por isso é importante avaliar todas as restrições, para ter em conta na elaboração de alternativas de *layout*.

Alguns exemplos destas restrições são físicas tais como paredes, áreas que não se podem utilizar ou pilares, mas também podem ser restrições ao nível produtivo, tais como necessidade de controlo de temperatura numa parte do processo produtivo, movimentação de materiais perigosos, ao nível da composição química, ou apenas devido ao peso, etc.

Oitavo passo: Desenvolvimento de alternativas de *layout*

Com base na otimização dos fluxos produtivos, é necessário elaborar alternativas, que de alguma forma melhorem os fluxos produtivos, tendo em conta as restrições, pelo que se torna necessário ponderar vantagens e desvantagens sobre todas as escolhas de mudança (Phillips, 1997).

Nono passo: Avaliação das alternativas

Neste passo, deve ser conduzida uma avaliação rigorosa a todas as alternativas propostas, a fim de determinar qual a melhor, ou as melhores e se é necessário fazer uma combinação de duas ou mais alternativas. Para tal devem ser definidos critérios. Segundo Roldão & Ribeiro (2014) esta avaliação deve seguir duas vertentes: (i) uma qualitativa, com a avaliação de critérios tais como facilidade de uma futura expansão, eficácia do circuito de produtos e da relação entre atividades, facilidade de supervisão, condições de trabalho, segurança, etc. e (ii) uma vertente quantitativa que se relaciona com os custos/poupanças de uma determinada implantação que, segundo este autor, pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij} * C_{ij} * D_{ij}$$

onde:

T_{ij} – Movimentação entre i e j

C_{ij} – “Custo” por unidade de distância por movimento entre i e j

D_{ij} – Distância de i a j

C – Custo total

n – Número de departamentos

Os modelos de decisão de desempenho são essenciais para suportar vários problemas de tomada de decisão que podem surgir na fase de implantação de um novo *layout* ou durante o ciclo de vida de um *layout* já implementado.(Raman, Nagalingam, & Lin, 2009). Para estes autores, a eficácia de um *layout* está relacionada com três fatores de desempenho: a flexibilidade do *layout* das instalações; a utilização da área produtiva; e o *gap* de proximidade (que mede em que medida o *layout* escolhido varia em termos de proximidade com o melhor *layout* teórico possível). Estes fatores devem ser desenvolvidos, com o objetivo de minimizar os custos de transporte de materiais, melhorar a flexibilidade do arranjo físico para as operações, utilizar a área disponível da forma mais eficaz e minimizar o tempo total de produção.

Décimo e décimo primeiro passos: Seleção e Implementação da alternativa.

Neste passo, é escolhida a melhor alternativa proposta e seguidamente procede-se à sua implementação.

A figura 8 representa uma síntese de todo o processo desta metodologia.

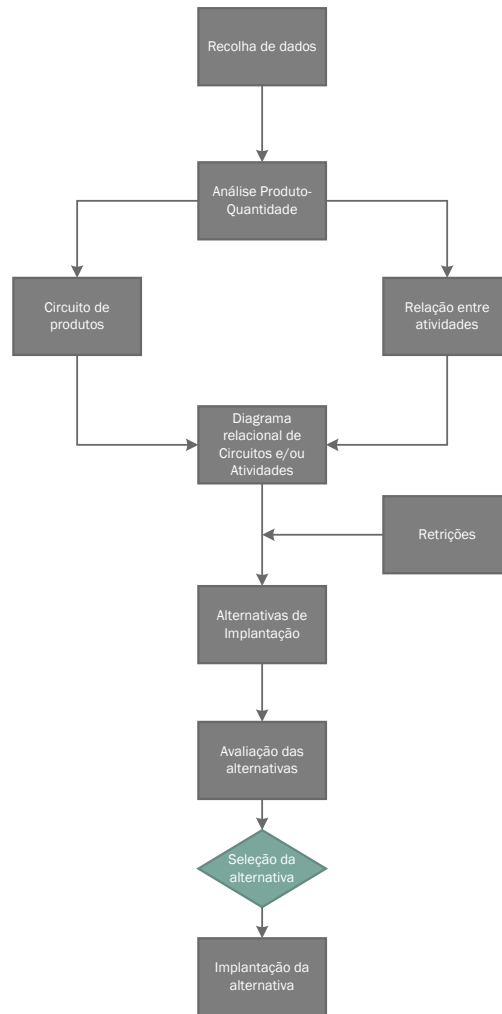


Figura 8: Metodologia de aplicação do SLP proposto por Muther (adaptado de Muther & Halles, 2015.; Phillips, 1997 e Roldão & Ribeiro, 2014)

2.3 Layout na aplicação do conceito Lean manufacturing

Conceito lean

A produção *Lean* surgiu do Toyota Production System, que assenta em dois pilares: *just-in-time*(JIT) e *Jidoka*. Segundo Gómez P. & Filho (2016), os princípios *lean* (figura 9), quando usados de forma contínua, em ciclo, ajudam a empresa a reduzir desperdícios até a perfeição. As práticas de produção *lean* mais importantes incluem a melhoria contínua, a fabricação por célula, *kanban*, análise ao fluxo de um produto, mapeamento do processo, mudança rápida de ferramentas (SMED), 5S, gestão visual e manutenção preventiva total (TPM).

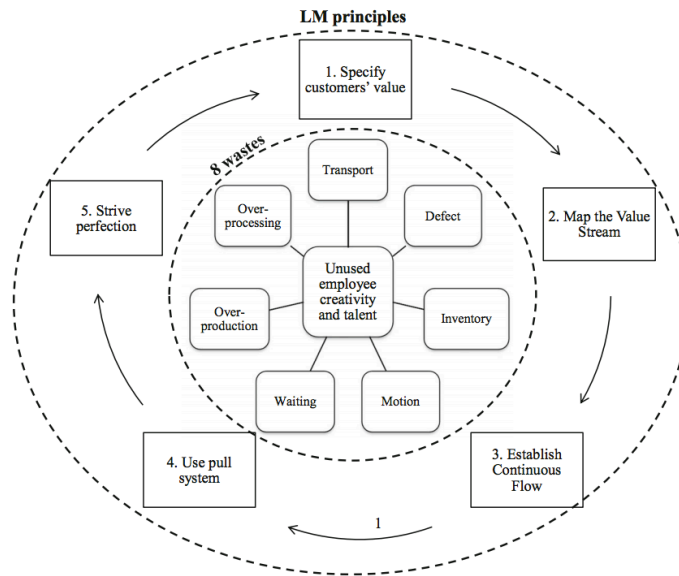


Figura 9: Principios e desperdícios do lean manufacturing (fonte: Gómez P. & Filho, 2016)

Desperdício

Segundo Karlsson & Åhlström (1996), desperdício é tudo o que não agrega valor ao produto e que o cliente não está disposto a pagar. Num fluxo produtivo o desperdício são todas as ações, materiais e processos que não são importantes e que aumentam o custo do processo como, por exemplo, deslocamentos, inspeções, retrabalho, armazenamento, etc.

- Princípios do conceito *lean*

1. Especificar valor para cada produto;
2. Identificar cadeia de valor para cada produto;
3. Fazer o fluxo de valor acontecer sem interrupções;
4. Deixar o cliente puxar o valor do produto;
5. Perseguir a perfeição (produto à medida, tempo de entrega zero, nada em provisionamento).

Os sete desperdícios e a função do *layout* no processo

Excesso de produção - Produzir mais do que o necessário, quando não é necessário, em quantidades desnecessárias, são alguns conceitos de vários autores para a definição desperdício. A produção para stock cria problemas e restrições no processo produtivo. O sistema de produção *lean* sugere a produção apenas do que é necessário.

Espera - As matérias-primas que estão à espera para entrar em produção, formam filas que tendem a garantir altas taxas de utilização de equipamentos, no entanto o sistema de produção *lean* encoraja o fluxo de materiais e informação e não as taxas de utilização de equipamentos, os quais só devem trabalhar quando necessário.

Transporte e movimentação – O transporte de materiais e a movimentação de pessoas, são atividades de não acrescentam valor ao produto final, mas são necessárias devido a restrições do processo e das próprias instalações. O sistema de produção *lean* defende que estas atividades são um desperdício de tempo e recursos, e para tal devem ser eliminados socks e providenciar um arranjo físico adequado que minimize as distâncias a serem percorridas por matérias, mas também por pessoas.

Desperdício do processo - O desperdício do processo refere-se à existência de etapas no processo que não agregam valor ao produto.

Stocks - Stocks denunciam a presença de materiais retidos por um determinado período de tempo, dentro ou fora da fábrica. Num sistema de produção tradicional, os stocks servem para evitar quebras no processo produtivo, escondendo assim a má organização do planeamento da produção mas, para além de ocupar espaço desnecessariamente, os stocks escondem problemas de qualidade.

Defeitos - Defeitos são desperdícios gerados por problemas na qualidade do produto, que implicam desperdício de matérias, mão de obra, uso de equipamentos, movimentações e armazenagem.

Trabalho desnecessário - O trabalho desnecessário, é qualquer atividade que não é realmente necessária no processo. Como por exemplo o simples facto de um colaborador trabalhar mais rápido que o outro, o que provoca um excesso de stock

caso o trabalhador mais rápido trabalhe a montante do processo produtivo, ou falta de stock caso o trabalhador trabalhe a jusante no processo operativo.

Um *layout* adequado e eficiente pode contribuir para a redução de todos estes desperdícios através da redução de tempos de ociosidade, pontos de estrangulamento, *work in process*, tempos de manuseio de material, inventários no processo, lead time e produtos defeituosos (Phillips, 1997).

3 Caso de Estudo

Neste capítulo, é feita uma apresentação da empresa onde o presente projeto foi desenvolvido, em particular do setor do EASEL, assim como uma pequena avaliação da situação inicial e a apresentação de todas as etapas de desenvolvimento do projeto, desde a fase de pesquisa até a fase de implantação.

3.1 Descrição da empresa

A Bi-Silque, situada em Esmoriz (figura 10), tem como atividade principal a produção e exportação de produtos na área da comunicação visual para mais de 80 países, em cinco continentes.



Figura 10: Vista aérea da empresa

A empresa iniciou a atividade em 1979, com a energia de duas pessoas o Virgílio Vasconcelos e a Aida Vasconcelos que resolveram começar, numa garagem, com a atividade de fabricação de produtos para casa e escritório essencialmente de matérias-primas locais, nomeadamente a cortiça e sempre virados para a exportação. Essa atividade foi-se alargando aos filhos que estão integrados na empresa sendo que, atualmente a empresa continua a ser familiar, sendo o filho dos fundadores, André Vasconcelos, o atual CEO. Com uma filosofia de criação de produtos inovadores e irreverentes, numa lógica de valor acrescentado para o cliente, a Bi-Silque é uma das maiores pequenas e médias empresas (PME) a nível

nacional, sendo que 98,7% das suas vendas são para exportação e cerca de 70% das matérias-primas incorporadas nos seus produtos são de origem nacional.

Atualmente a Bi-Silque possui escritórios no Reino Unido, nos Estados Unidos e na Alemanha, através dos quais distribui e comercializa os seus produtos.

O grupo Bi-Silque inclui as seguintes empresas:

- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A.;
 - Dividida em 2 setores: o setor Bi-Office e o setor Bi-Casa.
- Bi-Joy - Distribuição e Comercialização de Produtos Representados S.A.;
- Bi-Bright - Comunicação Visual Interativa S.A.;
- Bi-Bloco - Produtos de Comunicação S.A.;
- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual LTD (UK);
- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual INC (EUA).

Alguns dos produtos que a Bi-Silque produz apresenta-se na figura 11.



Figura 11: Alguns exemplos dos produtos da empresa.

3.2 Metodologia

A metodologia seguida no desenvolvimento do presente projeto é resumidamente apresentada na tabela 3

Tabela 3: Metodologia usada no projeto.

ETAPAS	ATIVIDADES	TÉCNICAS DE RECOLHA DE DADOS	FERRAMENTAS
IDENTIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Desenhar o layout atual - Caracterizar os setores localizados no pavilhão 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de registos da empresa - Medição do espaço físico do pavilhão - Conversas com os colaboradores/chefes de linha 	
ANÁLISE DE QUANTIDADES / FLUXOS	<ul style="list-style-type: none"> - Recolher dados relativos à intensidade dos fluxos - Selecionar os produtos que vão entrar na análise - Elaborar gráficos de processo - Medir tempos de operações 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de registos da empresa - Observação - Cronometragem - Conversas com os colaboradores/chefes de linha 	<ul style="list-style-type: none"> - Gráficos de processo dos principais produtos
RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de uma tabela relacional - Definição da prioridade e motivos da escolha das proximidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de registos da empresa - Observação - Conversas com os colaboradores/chefes de linha 	<ul style="list-style-type: none"> - Tabela relacional
LEVANTAMENTO DE RESTRIÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> - Recolher todas as possíveis implicações sobre possíveis restrições de implantação 	<ul style="list-style-type: none"> - Observação - Conversas com os colaboradores, chefes de linha, responsável pela produção e responsável pelo departamento de Qualidade, Higiene e Segurança no Trabalho. 	
ELABORAÇÃO DE ALTERNATIVAS	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver alternativas de <i>layout</i> que favoreçam quer qualitativamente quer quantitativamente o <i>layout</i> 		<ul style="list-style-type: none"> - Quadros magnéticos - Software VISIO
ANÁLISE DE DISTÂNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> - Análise das distâncias necessárias aos transportes de fora para dentro do pavilhão - Análise das distâncias percorridas entre setores - Análise das distâncias percorridas dentro dos setores 	<ul style="list-style-type: none"> - Observação - Medição do espaço físico - Simulação do percurso no software VISIO 	
ANÁLISE DE CUSTOS	<ul style="list-style-type: none"> - Análise dos custos de movimentos feitos de fora para dentro do pavilhão - Análise dos custos de movimentações entre setores - Análise dos custos de movimentações dentro dos setores 		
ESCOLHA E IMPLEMENTAÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA	<ul style="list-style-type: none"> - Informar os responsáveis 		

3.3 Breve descrição da situação atual de cada centro de produção do pavilhão EASEL

O Pavilhão EASEL acolhia nove centros de produção (Corte, Linha EASEL, Linha MOBILE, MME - Montagem Manual do EASEL) MFE - Máquina de Filme do EASEL) Vitrines Master, Vitrines Oval, Vitrines Click e Trípodes), no entanto, com a aquisição de duas novas unidades industriais, a totalidade da produção do centro de trabalho dos Trípodes e cerca de 30,3% da produção do centro de trabalho da linha EASEL, que por sua vez vai ficar responsável pela produção total do centro de trabalho MOBILE, foram transferidas para cada uma das unidades no início do mês de Setembro. Apesar de ainda existirem vestígios dos setores transferidos, ficaram a operar apenas os setores: Corte, Linha EASEL, MME, MFE, Vitrines Master, Vitrines Oval e Vitrines Click. Encontra-se ainda no pavilhão um robô que não está em funcionamento, estando contudo prevista a sua montagem para que possa iniciar atividade, assim que possível. Existem também duas áreas no pavilhão com artigos defeituosos e monos, sendo necessário proceder à sua remoção (figura 12). A figura 13 representa um esquema à escala do *layout* inicial do pavilhão, desenvolvido com o software *VISIO*.



Figura 12: Área ocupada com monos e produtos defeituosos.



Figura 13: Layout inicial do Pavilhão EASEL.

Setor Corte

Este setor fornece de forma direta ou indireta todos os centros de produção do pavilhão. Neste setor, a função primordial é cortar alumínio e plástico que vem em maços com diferentes características (dependendo do fornecedor). É composto por duas máquinas de corte, a CPA2 e a CPA4, e funciona a dois turnos com 2 pessoas em cada turno.

Esta secção funciona de duas formas diferentes. Funciona por *kanban* para abastecer o centro de trabalho da Montagem Manual do EASEL, do EASEL e do MOBILE (para alguns tipos de produto intermédio) e para os restantes setores, incluindo também os anteriores (mas para outros produtos que nem sempre se fabricam), funciona por pedidos de certas quantidades feitos pelos respetivos

chefes de cada centro de trabalho. Apesar das recentes alterações no pavilhão, o setor do corte ainda tem de providenciar alumínio e plástico cortados para os 30,3% da produção do setor EASEL que foram transferidos.

Os produtos intermédios que este setor produz apresentam-se na tabela 4.

Tabela 4: Produtos intermédios produzidos no setor do corte.

Vitrines	Perfis para o setor Vitrines Ovais Perfis para o setor Vitrines Master Perfis para o setor vitrines Click
EASEL	Frente e traseira de <i>simplex</i> para setor do EASEL Bandeja para o setor do EASEL
	Triângulos para o setor do EASEL
MOBILE	Frente e traseira de <i>simplex</i> para setor do MOBILE
Montagem Manual do EASEL	Perfis para montar <i>memos</i> setor EASEL (alumínio e plástico) Perfis para montar <i>memos</i> setor MOBILE

Setor MME

Este setor produz *memos* (planos com perfil) (figura 14) para os setores EASEL e MOBILE. Trabalha essencialmente com 2 produtos intermédios: os perfis provenientes do setor corte e planos provenientes de um outro setor da fábrica. Este setor funciona a dois turnos com 5 funcionários em cada turno. Um funcionário, o chefe de linha, pede ao corte todos os perfis necessários e pede ao setor dos planos, todos os planos necessários (estes transportados por empilhador). Este mesmo chefe de linha é responsável por aplicar cola a todos os perfis que os restantes funcionários vão gastando ao montar o *memo*. O chefe de linha tem a responsabilidade de distribuir o trabalho pelos 4 restantes trabalhadores, isto é, dependendo dos *memos* que tem de produzir, ele decide quantas pessoas trabalham para determinado *memo*, por exemplo se o setor do EASEL precisar de

100 *memos* de um determinado tipo e o setor do MOBILE precisar de 20 *memos* de um tipo diferente, o chefe de linha decide se trabalham todos em conjunto para satisfazer, por exemplo, o setor do EASEL primeiro e o MOBILE de seguida ou se reparte o trabalho pelos funcionários , por exemplo, três funcionários produzem *memos* para o EASEL e um para o MOBILE.

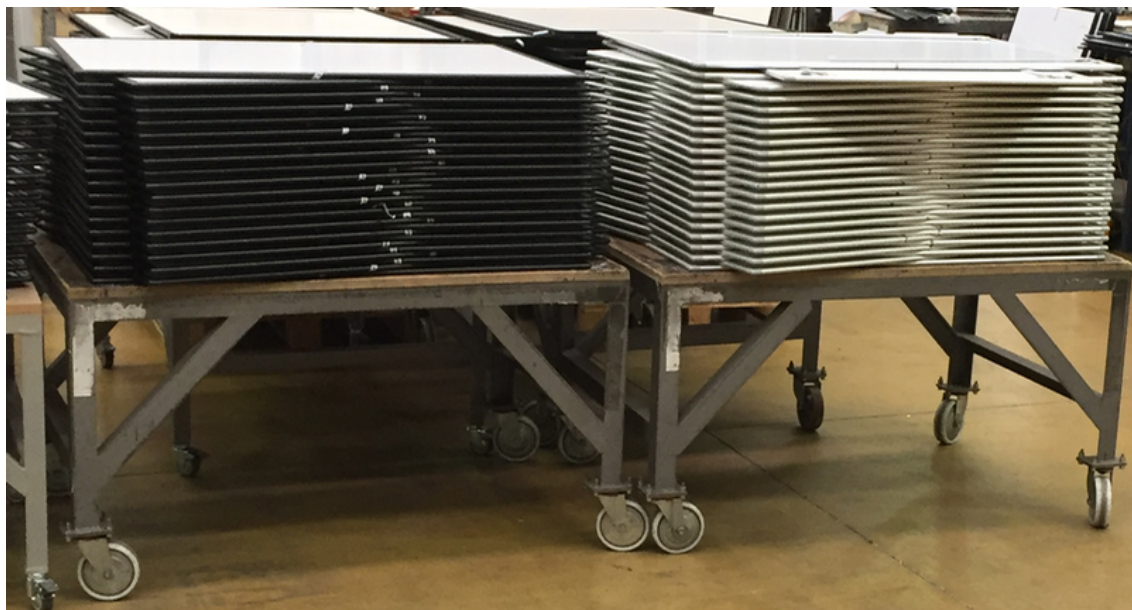


Figura 14: Memo

Os produtos intermédios que este setor produz são classificados pelo tipo de quadro em que serão utilizados: EASEL ou MOBILE e apresentam-se na tabela 5.

Tabela 5: Produtos intermédios do setor da MME.

EASEL	<i>Memo Euro Magnético perfil alumínio preto</i> <i>Memo Euro Magnético perfil alumínio cinza</i> <i>Memo Euro Magnético perfil plástico preto</i> <i>Memo Euro Magnético perfil plástico branco</i> <i>Memo Euro MDF perfil alumínio preto</i> <i>Memo Euro MDF perfil alumínio cinza</i> <i>Memo Euro MDF perfil plástico preto</i> <i>Memo Euro MDF perfil plástico branco</i> <i>Memo A1 Magnético perfil alumínio preto</i> <i>Memo A1 Magnético perfil alumínio cinza</i> <i>Memo A1 Magnético perfil plástico preto</i> <i>Memo A1 Magnético perfil plástico branco</i> <i>Memo A1 MDF perfil alumínio preto</i> <i>Memo A1 MDF perfil alumínio cinza</i> <i>Memo A1 MDF perfil plástico preto</i> <i>Memo A1 MDF perfil plástico branco</i> <i>Memo Barra-Pé</i> <i>Memo Premier</i>
MOBILE	<i>Memo Euro Aglomerado perfil alumínio preto</i> <i>Memo Euro Aglomerado com chapa magnética perfil alumínio preto</i> <i>Memo Premier perfil alumínio preto</i>

Setor EASEL

Este setor é composto por uma linha de montagem, onde se montam os quadros EASEL (produto final), e 3 células de trabalho que garantem o abastecimento de 3 produtos intermédios para a linha, o *simplex*, as pernas e os triângulos. O trabalho contínuo neste setor é assegurado por catorze pessoas (um chefe de linha, um montador de *simplex*, dois montadores de pernas, um montador de triângulos e os restantes trabalham na linha de montagem).

Na célula de trabalho do *simplex*, o colaborador junta a dois cantos que formam o *simplex*, a frente e a traseira com ajuda de cola e 2 molas (que estão em stock no supermercado). A traseira é sempre de plástico e pode ser preta, branca ou cinza e pode ter também 2 tamanhos (EURO ou A1). A frente pode ser de plástico ou de alumínio sendo que a frente de plástico pode ser branca ou preta de dois tamanhos

diferentes (EURO ou A1) e, no caso da frente de alumínio, pode ser da cor do alumínio ou pintada de preto e pode ser também de dois tamanhos (EURO ou A1). Na célula de trabalho dos triângulos, um operador com ajuda de uma máquina crava a dois tirantes de alumínio 3 estruturas em plástico (que são abastecidas por *kanban* no supermercado) formando uma estrutura em forma de triângulo que serve de suporte às pernas do quadro para este não perder a forma. Os triângulos podem ser dos dois tamanhos: EURO ou A1.

Na célula de trabalho das pernas, dois colaboradores fazem as pernas do EASEL, que podem ser de quatro tamanhos. Na medida EURO, são produzidos dois tipos de pernas centrais e laterais, sendo que um quadro EASEL possui três pernas, duas laterais e uma central, as pernas centrais são maiores do que as pernas laterais. Na medida A1 deparamo-nos com outras duas medidas para as pernas laterais e centrais. As pernas são constituídas por dois tubos, um casquilho e uma borracha sendo o casquilho cravado no tubo menor que posteriormente entra no tubo maior.

Na linha de montagem, os quadros são montados, limpos, embalados e cintados. O chefe de linha é responsável por pedir todo o material para a linha de acordo com as ordens de produção e de garantir que o material chega aos bordos de linha sem que os colaboradores tenham de sair dos seus postos de trabalho. Com a saída do setor MOBILE da fábrica, a produção do antigo setor está agora a cargo do setor EASEL. Assim surgiram algumas alterações a nível de funcionamento e ficou definido que os dois turnos, com diferente número de colaboradores (turno da manhã com 14 colaboradores e turno da tarde com 6 colaboradores), vão trabalhar de forma contínua, sendo que em primeiro se produzem todas as ordens de fabrico de EASEL's, logo o turno da manhã deve satisfazer quando possível todas as ordens de fabrico de EASEL's e quando não for possível, pelo menos os postos extra das pernas e dos triângulos devem deixar trabalho adiantado para o turno da tarde, que não possui esses postos, poder acabar as ordens e quando estas terminarem começarem a produzir MOBILE's.

Setor Vitrines

O setor das vitrines está dividido em três pequenos setores, vitrines Click, vitrines Ovais e vitrines Master sendo que a diferença dos três setores está no processo produtivo.

-Vitrines Click

Estas vitrines são as mais simples, possuem uma base de acrílico, que é rodeada por quatro perfis e quatro cantos, onde posteriormente 4 encaixes são fixos aos perfis com quatro molas que permitem os encaixes abrir e fechar. Apenas existem 5 referências diferentes deste tipo de vitrines, a A4, a A3, a A2, a A1 e a A0.

- Vitrines Master e Oval

Estes dois tipos de vitrines são os mais complexos no que toca ao processo produtivo. Juntos são também responsáveis por produzir 587 referências diferentes de produtos finais (este elevado número de referências deve-se ao facto de existirem vários tamanhos, vários tipos de perfil, vários tipos de planos e a possibilidade de serem feitas com portas de vidro ou acrílico). A principal diferença entre os 2 setores está no momento de cura (da cola) das vitrines. No caso das vitrines Master é montada uma base e uma porta, depois estas são fechadas (nome que se dá à junção da porta com a base) e depois dá-se o tempo de cura. Já no caso das vitrines Ovais, a porta e a base são montadas e o momento de cura ocorre de seguida logo, só após a cura é que a vitrine é fechada.

As vitrines Master podem ser de 3 tipos principais, vitrines Mastervision, vitrines Mastervision de correr e vitrines Mastervision exteriores (dentro destes tipos, podemos encontrar uma diversidade muito grande no tamanho, tipo de plano, tipo de superfície, etc.) que, apesar de possuírem pequenas diferenças no processo produtivo, apresentam uma sequência de fluxos idêntica. Este setor possui 6 funcionários.

No caso das vitrines Ovais, estas podem ser essencialmente de dois tipos (sem contar com as variações que podem ter pelo tipo de plano, tipo de porta e tamanho)

as Vitruines Ovais e as Ovais de Correr. Este setor possui 7 funcionários, sendo que o posto onde se fecham as vitruines e a embalagem possui 2 pessoas cada.

3.4 Aplicação do método SLP

Neste ponto será abordado todas as etapas aplicadas no projeto.

3.4.1 Etapa de análise

Caracterização dos produtos e respectivas quantidades

Segundo Muther & Halles (2015) referenciado no capítulo dois, o primeiro passo para iniciar um estudo de *layout* é analisar que dados sobre o sistema vamos precisar. No caso deste projeto, foi decidido avaliar os mesmos dados que este autor considerou, o produto, a quantidade, o processo operativo, os serviços anexos e os tempos. Neste caso em particular, os dados que vão ser tratados, são referentes ao período entre a semana 5 a semana 35 do ano de 2016 o que, segundo o responsável pela produção da fabrica e que disponibilizou os dados, serão idênticos à procura futura, com exceção dos produtos EASEL, que vamos abordar mais a frente neste relatório.

Análise do produto/quantidade

Neste passo, foi feito um levantamento dos dados no sistema de todos os materiais que foram movimentados dentro do pavilhão entre os diversos setores.

-Setor do corte

Os dados referentes aos produtos produzidos neste setor, não são discriminados pelo tipo de produto/referência, mas sim pelo setor de destino dos produtos. Da máquina CPA4 obtivemos os seguintes dados:

Tabela 6: Dados referentes à média da produção semanal da máquina CPA4 do setor do Corte, para os vários setores de destino.

	MME	EASEL	VITRINES OVAL	VITRINES MASTER	MOBILE	VITRINES CLICK
MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	19964	8720	3219	2539	1659	298
MÁXIMO SEMANAL (UNIDADES)	21906	9104	3504	2760	1838	498
MÉDIA SEMANAL (%)	54,85	23,96	8,84	6,98	4,56	0,82

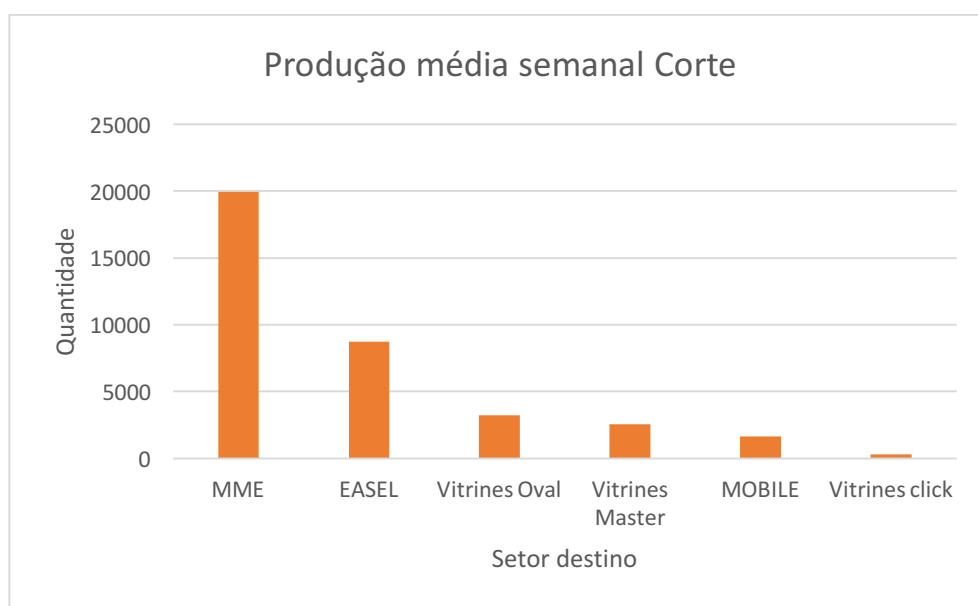


Figura 15: Produção média semanal da máquina do setor Corte para os vários setores destino.

Através da análise da tabela 6 e da figura 15 percebemos que grande parte da produção (54,85%) do corte (CPA4) tem como destino a Montagem Manual do EASEL.

A máquina CPA2 corta cerca de 2406 tirantes para os triângulos do EASEL por semana.

-Setor Montagem Manual do EASEL (MME)

A tabela 7 e a figura 16 mostram a quantidade média semanal que o setor MME produz para os dois setores de destino EASEL e MOBILE.

Tabela 7: Dados relativos à produção do setor MME (média semanal, máximo semanal e média semanal em %)

	EASEL	MOBILE
MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	4229	687
MÁXIMO SEMANAL (UNIDADES)	4893	723
MÉDIA SEMANAL (%)	86,03	13,97

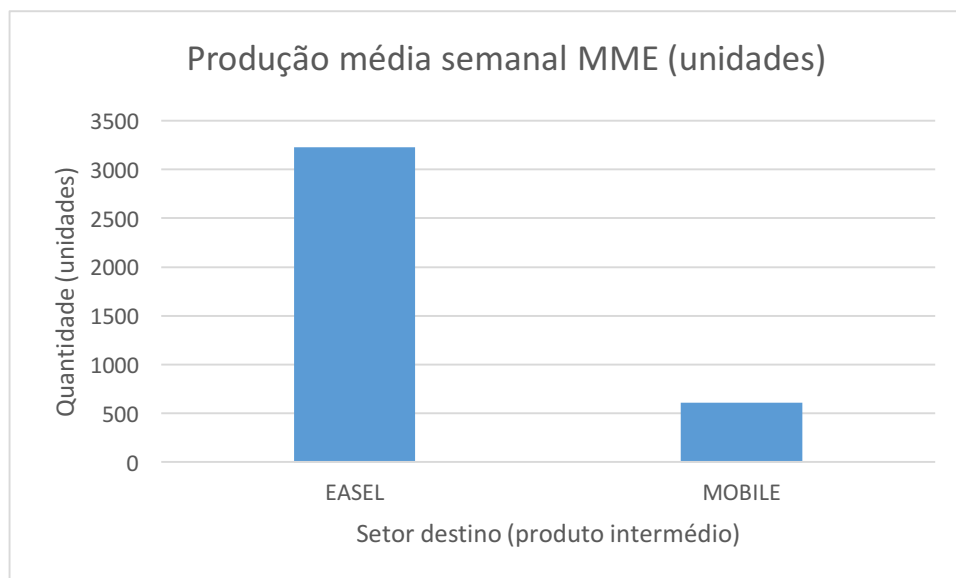


Figura 16: Produção média semanal do setor MME para os setores EASEL e MOBILE.

-Setor EASEL

A tabela 8 e a figura 17 mostram as quantidades de cada produto final produzido na linha EASEL, em média, semanalmente.

Tabela 8: Dados relativos à produção média semanal do setor EASEL,

	S/BRAÇOS	C/BRAÇOS	4 PERNAS	PREMIER	BARRA-PÉ	S/ARO
PRODUÇÃO MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	1941	750	578	357	174	61

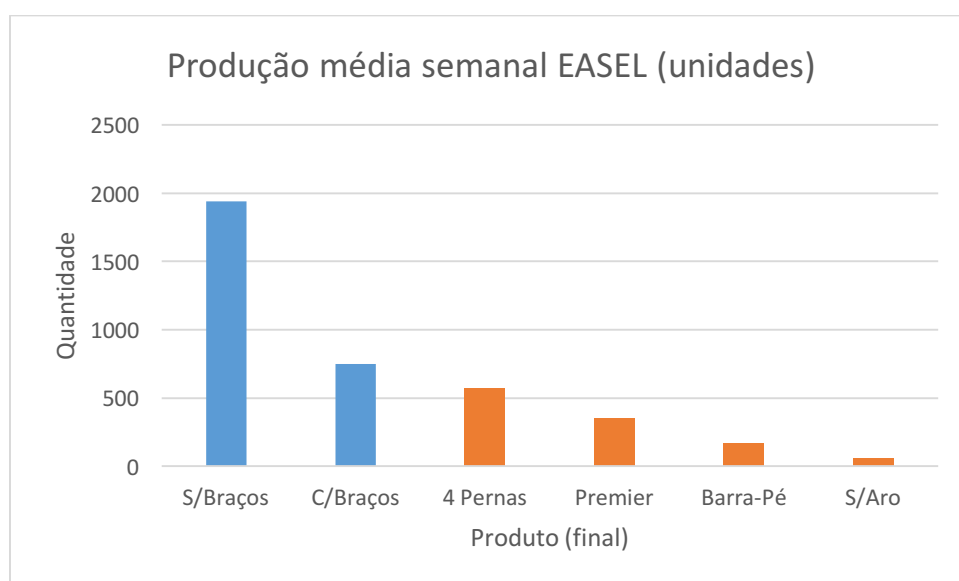


Figura 17: Produção média semanal do setor EASEL

Sendo que os produtos: 4 Pernas, Premier, Barra-pé e S/Aro, representam 30,3% da produção total da linha e que, por consequência, uma vez que todos necessitam do mesmo número de produtos intermédios dos setores Corte e MME, é possível assumir que vai haver uma quebra de 30,3% da produção dos referidos setores para o setor EASEL.

-Setor MOBILE

A tabela 9 e a figura 18 mostram a média das quantidades de cada produto final produzidos semanalmente na linha MOBILE.

Tabela 9: Dados relativos à produção média semanal do setor MOBILE

	2 SIMPLEX C/BRAÇOS	1 SIMPLEX S/BRAÇOS	1 SIMPLEX C/BRAÇOS	COMBI
PRODUÇÃO MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	305	152	119	23

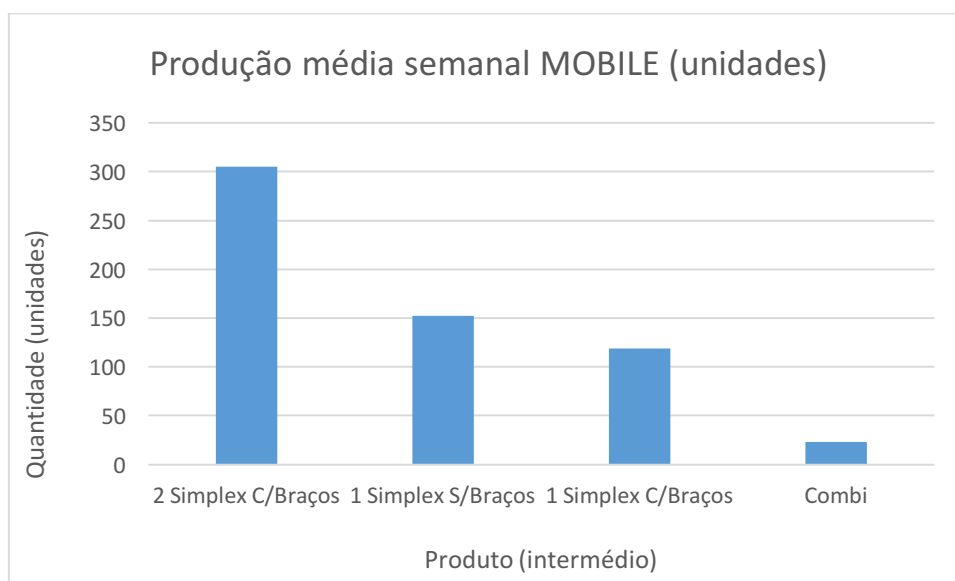


Figura 18: Produção média semanal do setor MOBILE.

-Setor Máquina de Filme do EASEL (MFE)

A tabela 10 e a figura 19 mostram as quantidades de cada produto final produzido no setor MFE, em média, semanalmente.

Tabela 10: Dados relativos à produção média semanal do setor MFE

	2 SIMPLEX C/BRAÇOS	1 SIMPLEX S/BRAÇOS	1 SIMPLEX C/BRAÇOS	COMBI
PRODUÇÃO MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	296	143	113	23

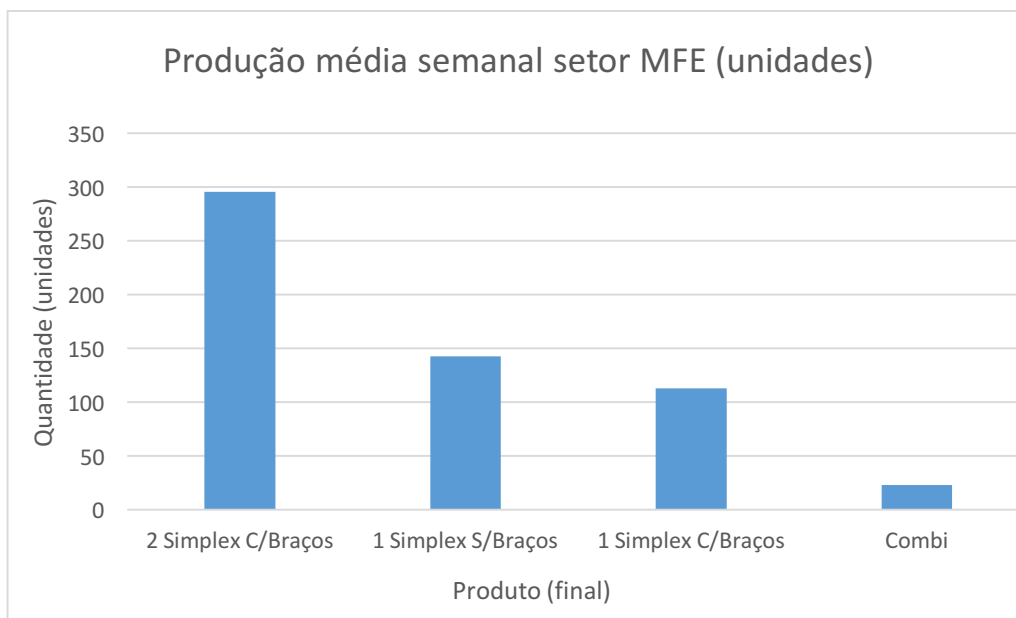


Figura 19: Produção média semanal do setor MFE.

-Setor Vitrines

A tabela 11 e a figura 20 mostram as quantidades que cada setor das vitrines (Oval; Master e Click), produz em média por semana.

Tabela 11: Dados relativos à produção média semanal dos três setores das vitrines

	OVAL	MASTER	CLICK
PRODUÇÃO MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	536	423	82

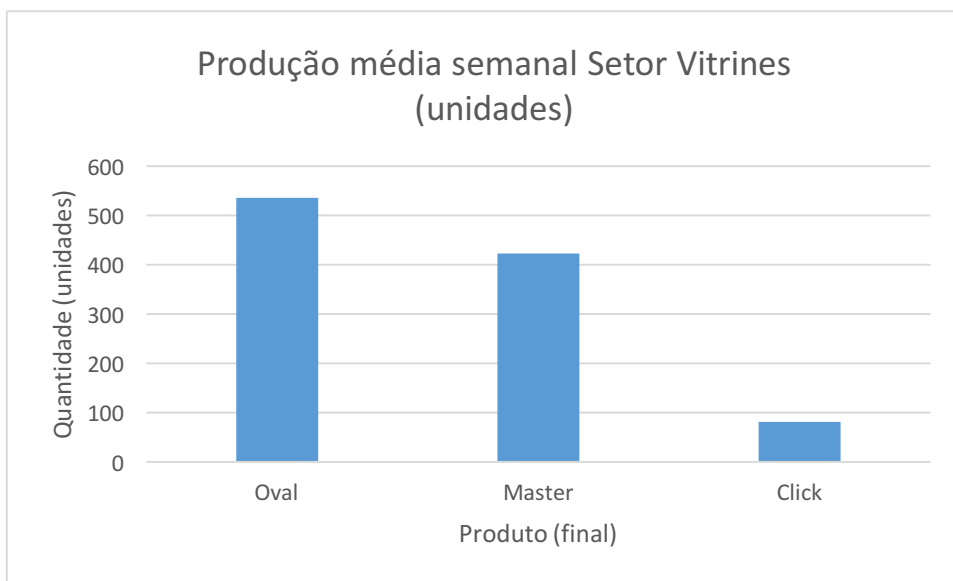


Figura 20:: Produção média semanal dos três setores das vitrines.

-Setor vitrines Oval

A tabela 12 e a figura 21 mostram as quantidades de cada tipo de produto produzido no sector da Vitrines Oval, em média semanalmente.

Tabela 12: Dados relativos à produção média semanal do setor das Vitrines Oval

	OVAL	OVAL CORRER
PRODUÇÃO MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	485	51

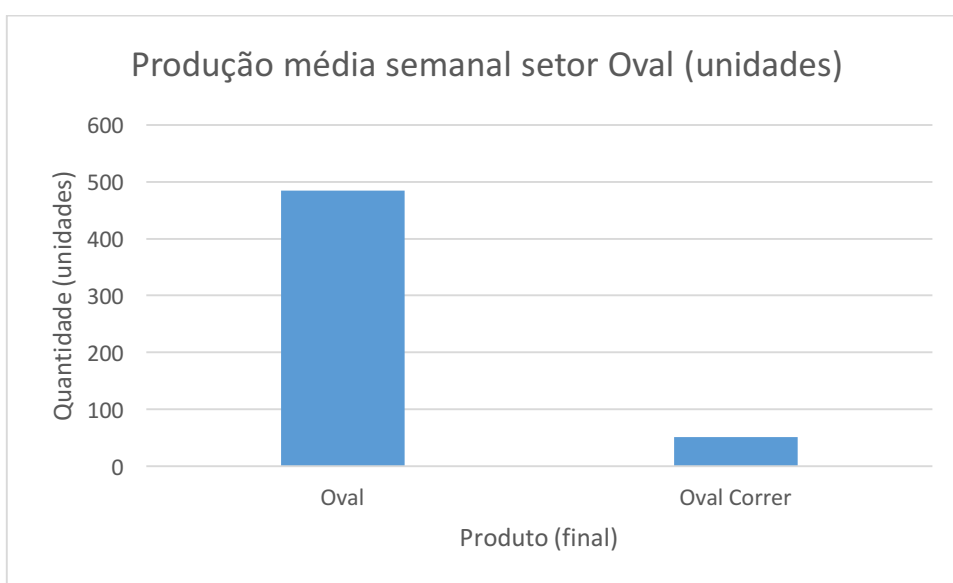


Figura 21: Produção média semanal do setor das Vitrines Oval.

-Setor Vitrines Master

A tabela 13 e a figura 22 mostram as quantidades de cada tipo de produto produzido no setor das Vitrines Master, em média, semanalmente.

Tabela 13: Dados relativos à produção média semanal do setor das Vitrines Master

	MASTERVISION	MASTERVISION EXTERIOR	MASTERVISION CORRER
PRODUÇÃO MÉDIA SEMANAL (UNIDADES)	260	104	59

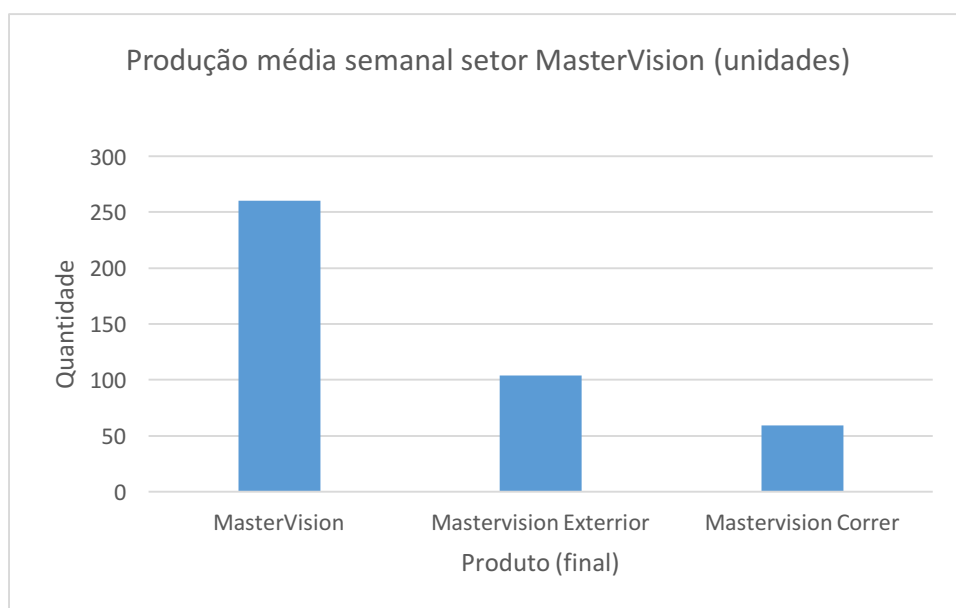


Figura 22: Produção média semanal do setor das Vitrines Master.

Pela análise das quantidades de produtos (intermédios ou finais), verificou-se que relativamente ao corte, a maioria da produção de perfis (54,85%) tem como destino a MME. No caso do Setor da MME, 86,03% da sua produção destina-se ao setor do EASEL, e os restantes 13,97% ao setor do MOBILE. No Setor do EASEL (um setor que produz produtos finais), observamos que 2 produtos representam os 69,7% da produção total e serão os produtos que vão permanecer no pavilhão, o EASEL sem braços e o EASEL com braços, sendo que os restantes 30,3% vão ser transferidos para uma outra fábrica. Relativamente ao setor MOBILE, o produto MOBILE 2 *simplex* com braços é responsável por 50,9% da produção total, o que reflete uma percentagem de produção similar no setor MFE, uma vez que apenas os produtos do setor MOBILE vão para este setor, exceto raras ocorrências de

vitruines que, por especificidade do cliente, também têm de passar pela máquina que aí se encontra. Relativamente ao setor das vitruines, a percentagem de produção entre as vitruines Ovais e as MasterVision é sensivelmente idêntica (51,5% para as Ovais, sendo que 90,5% destas são Vitruines Ovais e 9,5% são vitruines Ovais de Correr; 40,6% da produção recai nas Vitruines Master, sendo que 61,4% são vitruines MasterVison, 24,6% MasterVision Exteriores e 14 % MasterVison de Correr), enquanto que as Vitruines Click representam apenas 7,9% da produção. Pelo exposto anteriormente, a análise do processo produtivo, fluxos e o respetivo *layout*, vai incidir sobre os produtos que mais se produzem.

3.4.2 Fluxo produtivo e análise do *layout* atual

Após caracterização dos produtos e respetivas quantidades, é importante perceber como as matérias, produtos intermédios e produtos finais se movimentam dentro do pavilhão. Para isso é importante definir as rotas que existem entre setores e dentro dos setores. Uma vez que representar toda a atividade do pavilhão num só esquema poderia implicar uma perceção não muito clara sobre os fluxos, foi feito um esquema por setor.

Análise Circuito dos Produtos

Todos os materiais de pequeno porte que vêm diretamente do armazém como por exemplo (cantos, rebites, molas, etc.) são transportados pelo comboio logístico do armazém, que tem passagem obrigatória no pavilhão pelo menos de duas em duas horas e funciona por *kanbans*. Na viagem ele recolhe todos os novos *kanbans* de cada setor e deixa todos os materiais requeridos na visita anterior. O trajeto do comboio logístico pode ser visto na figura 23, e tem um percurso total de 227,2 m no pavilhão.



Os materiais de grande porte, que na maioria dos casos provêm de outros setores da fábrica, como por exemplo planos, caixas, acrílicos, entre outros, são transportados por empilhador. Em alguns casos o empilhador não consegue ter acesso a todos os supermercados por isso, nesses casos, ele deixa a carga num lugar livre e depois um funcionário do setor que requereu o material com auxílio de um porta-paletes (manual ou motorizado) acaba de arrumar a carga.

As distâncias percorridas, dentro do pavilhão, pelos empilhadores podem ser consultadas na tabela 14.

Tabela 14: Distâncias percorridas pelos empilhadores dentro do pavilhão.

	EASEL			MFE		VITRINES MASTER		VITRINES OVAL		VITRINES CLICK		ACRILICOS
	Stock Planos	Stock Caixas	Stock Tubos (Pernas)	Stock Caixas	Acessórios	Stock Caixas	Stock Planos	Stock Caixas	Stock Planos	Acrílicos	Stock Caixas	Stock Acrílicos
PORTÃO NORTE	50,5m	14,0m	18,8m	27,0m	36,0m	69,1m	46,3m	23,0m	32,5m	53,4m	53,4m	36,7m

No caso dos materiais que se movimentam entre setores do pavilhão, normalmente estes são transportados por um porta-paletes, ou por carrinhos próprios de cada setor. Por exemplo no setor do corte, os materiais apenas se deslocam do portão sul para as máquinas respectivas CPA4 ou CPA2, mas depois de cortado, o material pode ter oito destinos como representa a figura 24, no entanto como é sabido que o setor dos Trípodes vai deixar de existir, não o vamos analisar.

As distâncias percorridas para cada setor podem ser consultadas na tabela 15

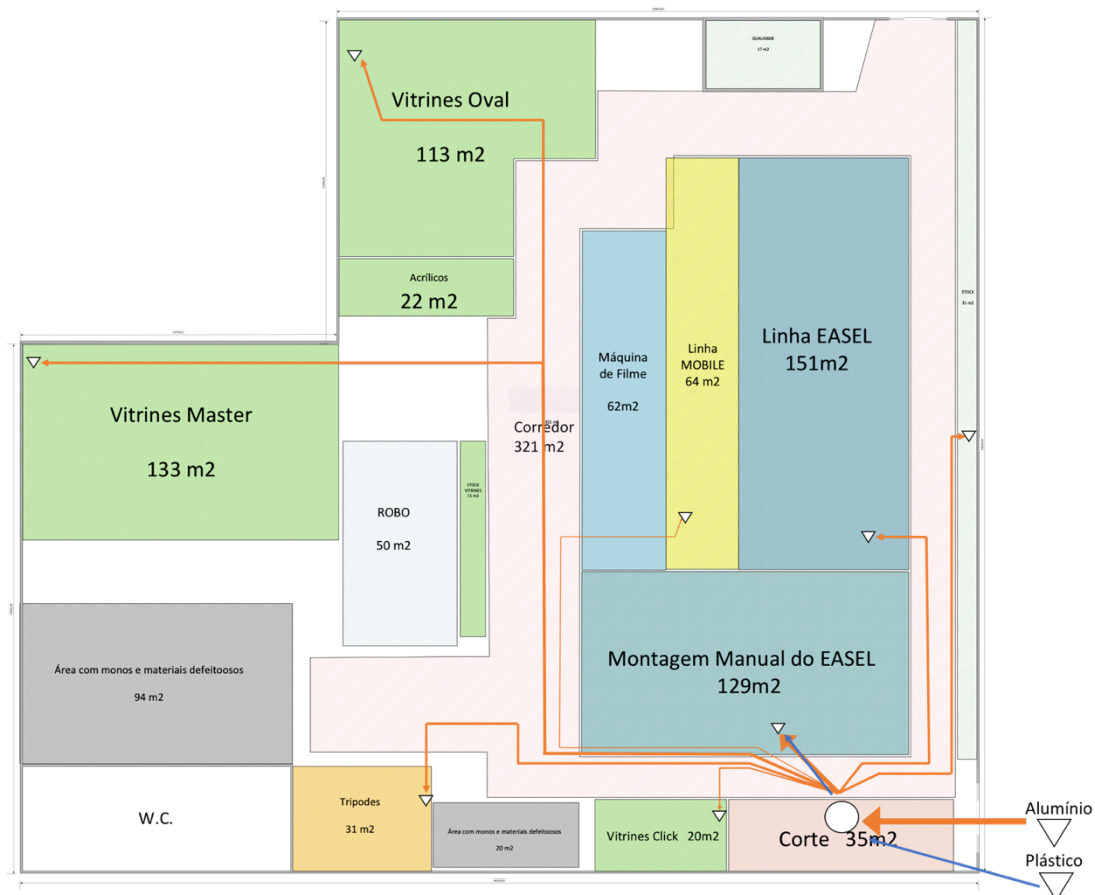


Figura 24: Gráfico de processo simples do setor do Corte

Tabela 15: : Distâncias percorridas pelos carrinhos do setor do corte no transporte de produtos intermédios dentro do pavilhão.

	MME	EASEL		MOBILE	VITRINES MASTER	VITRINES OVAL	VITRINES CLICK
	Stock Perfis	Supermercado	Stock Tirantes	Stock Simplex	Stock Perfis	Stock Perfis	Stock Perfis
CPA4	6,5m	20,9m		34,5m	47,1m	55,5m	13,4m
CPA2			13,6m				

Relativamente ao setor da MME, as deslocações entre setores, são de quatro tipos, três delas já descritas (a dos planos, feita por empilhadores, dos materiais de armazém feitas por o comboio logístico e os materiais provenientes do corte) a outra deslocação, trata-se da saída de produtos intermédios deste setor (mais precisamente da zona de cura) para as linhas do EASEL e do MOBILE, cujo trajeto é possível ver na figura 25 e as distâncias na tabela 16.

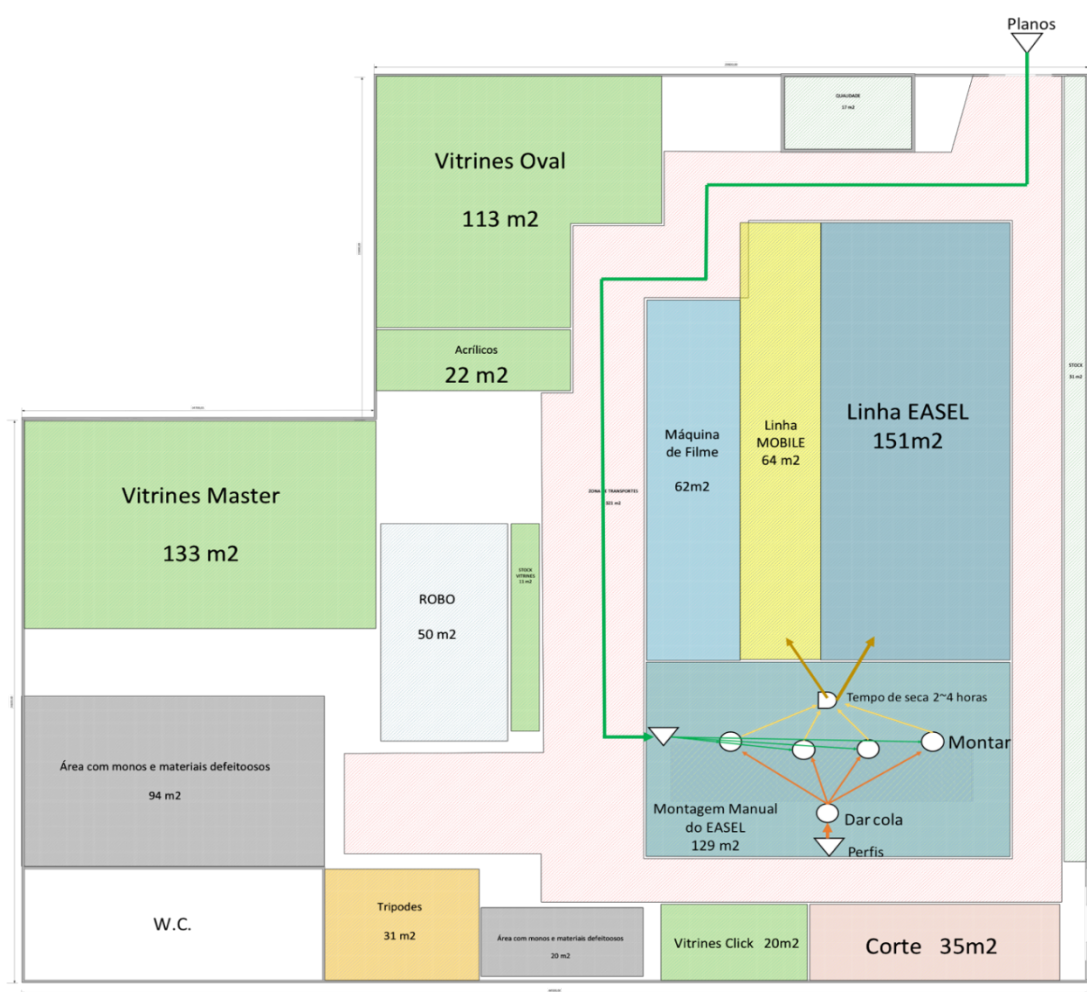


Figura 25: Gráfico de processo simples do setor MME

Tabela 16: Distâncias percorridas pelos carrinhos do setor MME para a zona de cura.

	EASEL (ENTRADA DE MEMOS)	MOBILE (ENTRADA DE MEMOS)
MME (zona de cura)	4,1m	4,1m

Da análise de movimentações entre setores, ainda existem mais dois setores que trocam materiais entre si que é o caso do setor MOBILE com o setor MFE. Estas movimentações são feitas por um porta-paletes estando o trajeto visível na figura 26 e a distância na tabela 17.

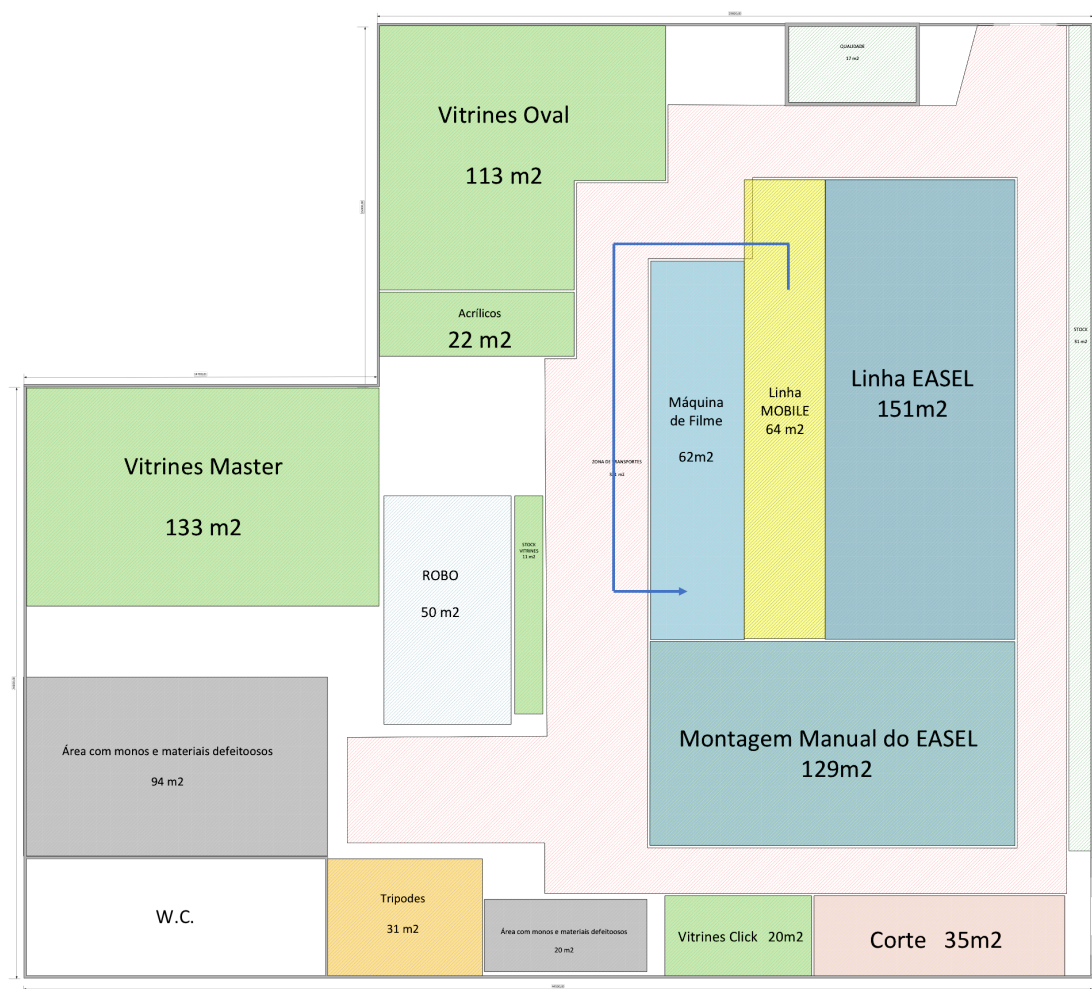


Figura 26: Trajetória da movimentação entre o setor MOBILE com o setor MFE.

Tabela 17: Distância percorrida pelo porta-paletes do setor do MOBILE para o setor MFE

	MFE
MOBILE	31,5m

As distâncias percorridas dentro dos setores, é uma análise mais minuciosa e até, em alguns casos, praticamente impensável de calcular, por isso foram escolhidos os produtos com maior relevância de cada setor e foi feita a análise apenas para esses produtos.

Tempos e distância nos processos produtivos

De modo a concluir a fase de recolha de dados, falta caracterizar o processo produtivo em termos de tempo gasto e distâncias percorridas nas várias etapas ao longo do fluxo. Para simplificar e tornar mais clara a análise, interessa relembrar que os tempos apresentados foram analisados segundo os produtos mais significativos de cada setor, e foram descartadas as distâncias de reposição de bordos de linha feita pelos respetivos chefes já que não é uma situação gargalo. Os tempos foram medidos com recurso a um cronómetro, onde foram registadas trinta observações para cada operação, e as distâncias foram medidas com a ajuda de uma fita métrica.

Setor MME

A tabela 18 mostra as distâncias percorridas e os tempos gastos em todas as atividades da produção do produto mais significativo deste setor.

Tabela 18: Tempos e distâncias percorridas para o produto mais produzido na MME

ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	POSTO
TRANSPORTE DE PERFIS (20 PERFIS)	1m	10	1
DAR COLA (4 PERFIS DE CADA VEZ)		10	1
TRANSPORTE DE PERFIS COM COLA	2,3m	10	2/3/4/5
TRANSPORTE DE PALETE COM PLANOS	8,3m	37	2/3/4/5
TRANSPORTE DE PLANOS (3 PLANOS)	1,4m	10	2/3/4/5
MONTAR QUADRO		40	2/3/4/5
TRANSPORTE DO QUADRO	3m	16	2/3/4/5

Setor EASEL

A tabela 19 mostra os tempos e as distâncias percorridas na produção do EASEL sem braços.

Tabela 19: Tempos e distâncias percorridas na produção do EASEL s/braços

ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	POSTO
TRANSPORTE DE ALUMÍNIO PARA MONTAR SIMPLEX (30 PARES)	16,8m		1
MONTAR SIMPLEX		35	1
TRANSPORTE DE CARRINHO COM MEMOS	4,1m		Chefe de linha
FURAR MEMO		10	2
COLOCAR SIMPLEX		20	2
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
COLOCAR PLACA DE AFIXAÇÃO		30	3
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
COLOCAR BANDEJA, PERNAS LATERIAS E TRIÂNGULO		35	4
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
COLOCAR PERNA CENTRAR E APARAFUSAR AS 3 PERNAS		25	5
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
COLOCAR ETIQUETAS E ACESSÓRIOS		10	6
LIMPAR		30	6
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
MONTAR FUNDO DA CAIXA		10	7
EMBALAR		20	7
COLOCAR RÓTULOS		10	7
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
MONTAR TAMPA		10	8
CINTAR		15	8
TRANSPORTE PARA PALETE	2m	7	8
POSTOS EXTRA (PERNAS E TRIÂNGULO)			
MONTAR PERNAS (BASE, FURAR, AUTO-COLANTE, COLA)		35	9
MONTAR TRIÂNGULO		30	10

Setor MOBILE

A tabela 20 mostra os tempos despendidos e as distâncias percorridas em todas as atividades necessárias à produção do MOBILE 2 *simplex* com braços.

Tabela 20: Tempos e distâncias percorridas na produção do MOBILE 2simplex c/braços.

ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	POSTO
MONTAR 1° SIMPLEX		35	1
MONTAR BRAÇOS (2)		40	1
TRANSPORTE DE CARRINHO COM MEMOS	4,1m		Chefe de linha
FURAR MEMO		10	2
COLOCAR 1° SIMPLEX		20	2
COLOCAR BRAÇOS		50	2
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
FURAR LATERAIS		50	3
COLOCAR FITA COLA NOS BRAÇOS		10	3
COLOCAR 2° SIMPLEX		20	3
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
MONTAR 2° SIMPLEX		35	4
TRANSPORTE DO SIMPLEX PARA POSTO ANTERIOR	1,4m	8	4
COLOCAR ILHÓS		45	4
MOVIMENTAÇÃO DA LINHA	1,4m	6	
LIMPAR		70	5
COLOCAR CANTONEIRAS		10	5
TRANSPORTE PARA PALETE	2m	10	5

Setor MFE

A tabela 21 mostra os tempos gastos e as distâncias percorridas nas atividades deste setor, que são iguais para todos os tipos de quadro.

Tabela 21: Tempos e distâncias percorridas nas atividades do setor MFE

ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	POSTO
TRANSPORTAR PALETE	3m		1
TRANSPORTAR ACESSÓRIOS	6m	35	1
COLOCAR QUADRO + ACESSÓRIOS NA MÁQUINA			1
PASSAR FILME	6,3m	20	Máquina de filme
EMBALAR		30	2

Setor Vitrines Master

A tabela 22 mostra os tempos e as distâncias necessárias para a produção das vitrines MasterVision.

Tabela 22: Tempos e distâncias percorridas na produção de uma vitrine MasterVision.

	ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	POSTO
BASE	Transporte perfis para mesa de apoio máquina de furar	2,1m		1
	Furar perfis (1 perfil)		5	1
	Transporte perfis furados p/mesa 1	2m		1
	Rebitar dobradiças (2 dobradiças/perfil)		20	2
	Colar cantos		30	2
	Dar cola		20	3
	Transporte perfis com cola p/cavelete	1,7m		3
	Montar (incluído transporte de plano)		70	3
	Transportar para carrinho suporte mesa 2	3,6m		3
PORTA	Transporte perfis para mesa apoio máquina de furar	4,1m		1
	Furar perfis (1 perfil)		5	1
	Transporte perfis furados p/mesa 1	2m		1
	Rebitar cantos (1 porta ou 2 perfis)		40	2
	Rebitar dobradiças (2 dobradiças/perfil)		20	2
	Dar Silicone		30	3
	Transportar perfis com silicone	1,7m		3
	Montar (incluído transporte de acrílico/vidro)		50	3
	Transportar para carrinho suporte mesa 2			
FECHAR	Transportar base para mesa 2	1,2m		4
	Transportar porta para mesa 2	1,2m		4
	Rebitar dobradiças		60	4
	Meter fechadura		20	4
	Fechar, testar e colocar no carro		90	4
TEMPO DE CURA 4 HORAS (ACRÍLICO) 12 HORAS (VIDRO)				
EMBALAR	Transportar carro para mesa 3	7m		5
	Transportar vitrine para mesa 3	1,4m		5
	Limpar e meter acessórios		90	5
	Meter esferovite		30	5
	Fechar a caixa e meter na palete	1,4m	50	5

Setor Vitrines Oval

A tabela 23 mostra os tempos necessários e as distâncias percorridas para a produção de uma vitrine Oval.

Tabela 23: Tempos e distâncias percorridas na produção de uma vitrine Oval.

	ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	POSTO
BASE	Transportar perfis par a mesa 1	3,1m		1
	Colar cantos		40	1
	Meter cola		20	1
	Transportar perfis para cavalete	1,5m		1
	Montar		60	2
	Colar no carro verificar cotas		20	2
PORTA	Transportar perfis par a mesa 1	3,1m		1
	Colar cantos		40	1
	Meter Silicone		20	1
	Transportar perfis para cavalete	1,5m		1
	Montar		60	2
	Colar no carro verificar cotas		20	2
TRANSPORTAR CARRO PARA ZONA DE SECA 4 HORAS (ACRÍLICO) 12 HORAS (VIDRO)				
FECHAR	Transportar Carro da zona de seca para mesa 3	6,3m		3
	Transportar base para mesa 3	1,2m		3
	Transportar porta para mesa 3	1,2m		3
	Cortar películas			
	Meter fechadura			
	Furar base para as dobradiças (2)		80	3
	Rebitar dobradiças (2) à base			
	Furar e rebitar dobradiças (2) à porta		70	3
	Meter acessórios. Limpar interior com ar comprimido			
	Limpar interior com ar comprimido		10	3
EMBALAR	Montar fundo da caixa		30	4
	Limpar porta		70	4
	Meter esferovite, montar topo da caixa, meter rótulos, colocar na palete		60	4

Setor Vitrines Click

A tabela 24 mostra os tempos necessários e as distâncias percorridas para a produção de uma vitrine Click.

Tabela 24: Tempos e distâncias necessárias para a produção de uma vitrine Click

ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	POSTO
TRANSPORTAR PERFIS PARA A MESA 1	3m		1
TRANSPORTAR BASE PARA A MESA 1	3m		1
COLAR CANTOS		20	1
ENCAIXAR PERFIS COM BASE		25	1
ENCAIXAR ENCAIXES + MOLAS		30	1
LIMPAR		15	1
TRANSPORTAR CAIXAS	3m		1
EMBALAR		20	1
TRANSPORTAR PARA A PALETE	1,5m		1

Nesta análise foram feitos gráficos de processo (como mostra o exemplo da figura 27) para os principais tipos de produto, que nos ajudam a perceber melhor os fluxos dentro do pavilhão, mas também os processos produtivos.

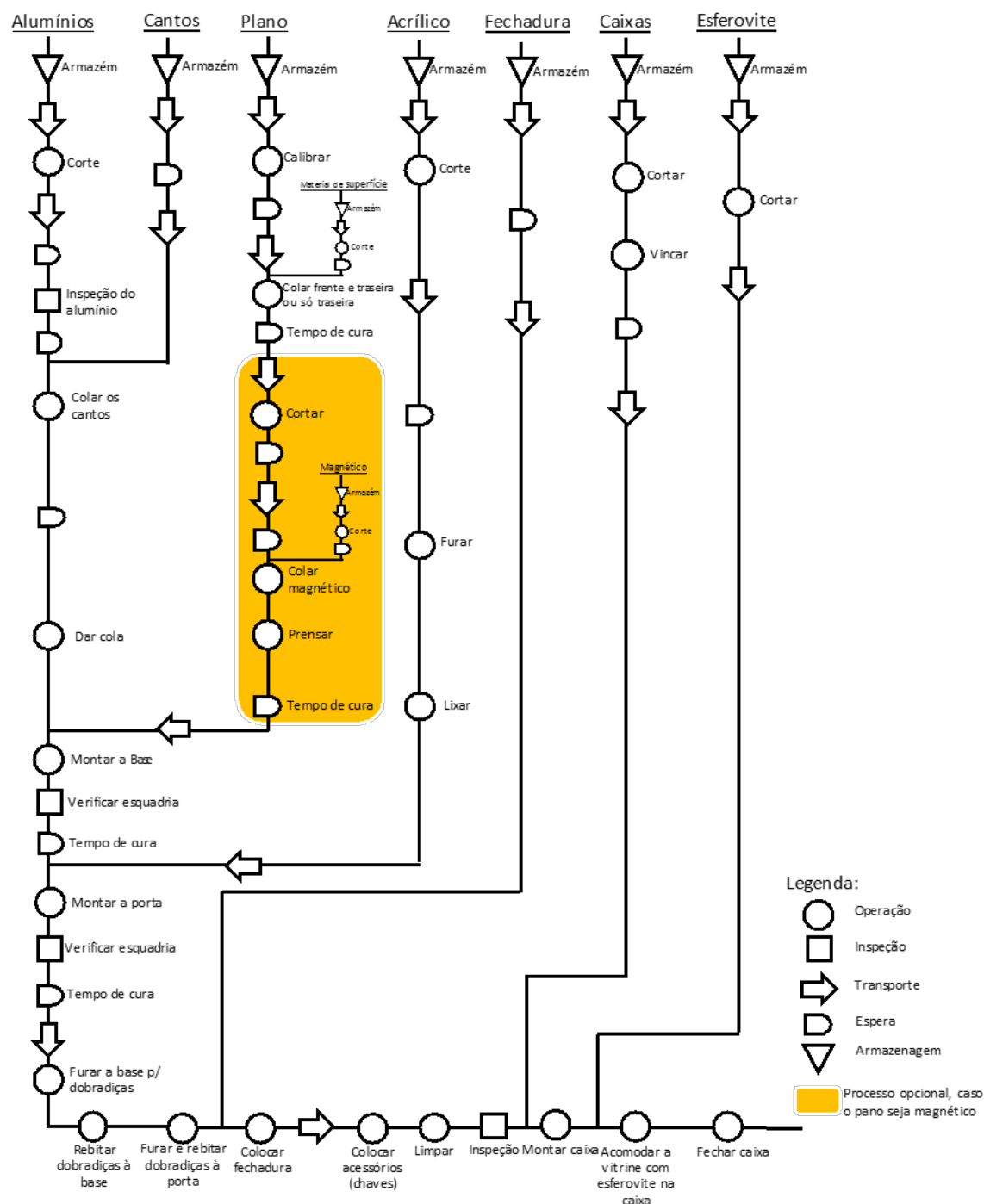


Figura 27: Exemplo de um gráfico de processo genérico para qualquer Vitrine Oval.

3.4.3 Relação entre atividades

Nesta fase, os dados recolhidos devem ser analisados e deve ser feito um relacionamento entre os diversos setores mais significativos para o processo produtivo, de maneira a planejar a conveniência de adjacência dos setores.

O objetivo é avaliar quais as atividades que devem permanecer próximas e quais os que devem ficar mais afastadas.

Desta forma deve ser elaborado um diagrama de interligações preferenciais, de maneira a determinar a interligação necessária entre os serviços de apoio e os setores produtivos.

No caso em particular deste projeto, como à partida já é sabido que a Linha Mobile vai deixar de existir, e alguns produtos da linha EASEL vão ser transferidos para outra fábrica, foi pensada numa solução para o respetivo problema, e a solução encontrada foi que a Linha do EASEL, que funciona a dois turnos vai primeiramente satisfazer as necessidades dos produtos com esse nome durante o 1º turno e se necessário durante o segundo turno, e quando já não existe mais nada, entram os produtos MOBILE na linha. Por isso o diagrama seguinte vai tratar as linhas EASEL e MOBILE como uma só.

A tabela 28 é a tabela relacional, que representa a necessidade de proximidade/afastamento dos diversos setores. Na tabela 29 estão justificados os motivos pela escolha das diferentes necessidades de proximidade e as tabelas 25, 26 e 27 são apenas tabelas que ajudam a perceber as tabelas 25 e 26.

Tabela 25: Numeração dos diversos setores do pavilhão.

1	Corte
2	MME
3	EASEL
4	MFE
5	Vitrines Master
6	Vitrines Oval
7	Vitrines Click
8	Robô
9	Qualidade

Tabela 26: Convenção usada por Muther na elaboração da tabela de relações

VALOR	Proximidade
A	Absolutamente necessário
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Proximidade normal
U	Sem importância
X	Indesejável

Tabela 27: Razões por de trás da escolha do "valor" da proximidade.

CÓDIGO	Razão
1	Abastecimento de linha
2	Utilização dos mesmos equipamentos
3	Ações de controlo
4	Supervisão

Tabela 28: Tabela relacional.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		A/1	E/1	U	I/1	I/1	I/1	U	I
2			A/1	U	U	U	U	U	I
3				E/1/4	U	U	U	U	I
4					O	O	U	U	I
5						A/2/4	E/4	U	I
6							E/4	U	I
7								U	I
8									U
9									

Tabela 29: Motivos da escolha de proximidades entre os vários setores.

	SETOR 1	SETOR 2	MOTIVO
A- ABSOLUTAMENTE NECESSÁRIO	Corte	MME	A MME é o setor que consome mais produtos intermédios do Corte
	MME	EASEL/MOBILE	A MME produz produtos intermédios exclusivamente para a linha EASEL/MOBILE
	Vitrines Master	Vitrines Oval	As vitrines Master e Oval, partilham equipamentos e matérias primas
E- ESPECIALMENTE NECESSÁRIO	Corte	EASEL/MOBILE	A linha EASEL/ MOBILE é o segundo setor que mais consome produtos do Corte
	EASEL/MOBILE	MFE	Os produtos MOBILE têm de passar obrigatoriamente na MFE
	Vitrines Master	Vitrines Click	Estes dois setores partilham a mesma chefe de linha
	Vitrines Oval	Vitrines Click	Estes dois setores partilham a mesma chefe de linha
I -IMPORTANTE	Corte	Vitrines Master	Consumo de produto intermédio
	Corte	Vitrines Oval	Consumo de produto intermédio
	Corte	Vitrines Click	Consumo de produto intermédio
	Qualidade	Corte	Inspeção
	Qualidade	MME	Inspeção
	Qualidade	EASEL/MOBILE	Inspeção
	Qualidade	MFE	Inspeção
	Qualidade	Vitrines Master	Inspeção
	Qualidade	Vitrines Oval	Inspeção
	Qualidade	Vitrines Click	Inspeção

Restrições, considerações de mudanças e limitações práticas.

Antes de terem sido elaboradas as alternativas definitivas, mas já com algumas ideias em mente, foram feitas reuniões com todos os funcionários de cada setor e respetivos chefes de linha, com o objetivo de apresentar as ideias e receber feedbacks que pudessem melhorar as mesmas. Apesar da indiferença dos colaboradores e chefes a qualquer uma das ideias para o seu setor, o chefe de linha dos setores das vitrines lembrou que existem dois pontos críticos no espaço que estávamos a pensar colocar os setores, existem dois pontos de combate a incêndio em que um, para além de um extintor, possui um centro de contacto direto com os bombeiros, e que antes de fazer alterações era conveniente falar com o departamento de Qualidade, Higiene e Segurança da Empresa.

Em reunião com o responsável pela produção da fábrica, este salientou, que no futuro o robot irá precisar de uma área com pelo menos mais 7 metros de comprimento do que a que já ocupa. Considerando essa restrição não seria possível mudar, para já, a orientação da MFE mas que, no entanto, poderia ser estudada essa eventual alteração.

Foi então feita uma reunião com o responsável pelo departamento de Qualidade, Higiene e Segurança, que apenas se opunha às alterações, caso as propostas de *layout* levassem à ocultação dos referidos pontos, ou se estivesse algum objeto (máquina, equipamento, estante, etc.), com altura superior a dois metros, a menos de um metro desses pontos.

3.4.4 Elaboração de alternativas

No projeto de *re-layout*, foi possível perceber que o Setor do Corte tem como principal objetivo o abastecimento de produtos intermédios para a produção da linha EASEL, abastecendo por consequência a MME e a própria linha do EASEL. Por essa razão, e pelo fato de os setores estarem com fluxos favoráveis à produção, optou-se não mexer na sua localização.

A elaboração de alternativas foi feita com base nas análises anteriores, mas também na opinião dos colaboradores, chefes de linha e responsável pela produção, com ajuda de quadros magnéticos e imanes, que simulavam, respetivamente, o pavilhão e os equipamentos à escala, como mostra a figura 28

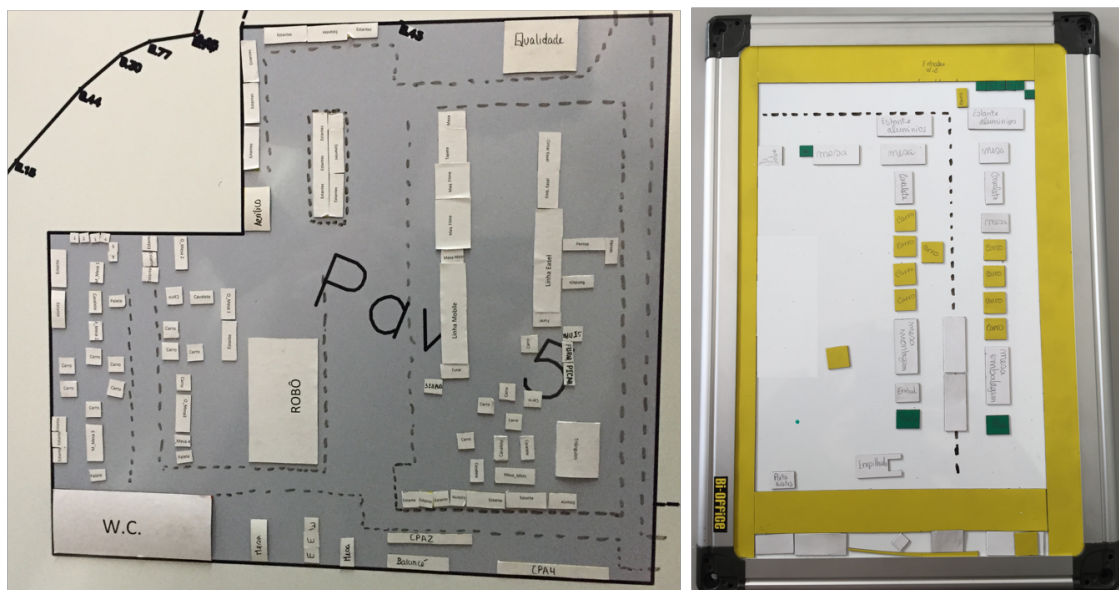
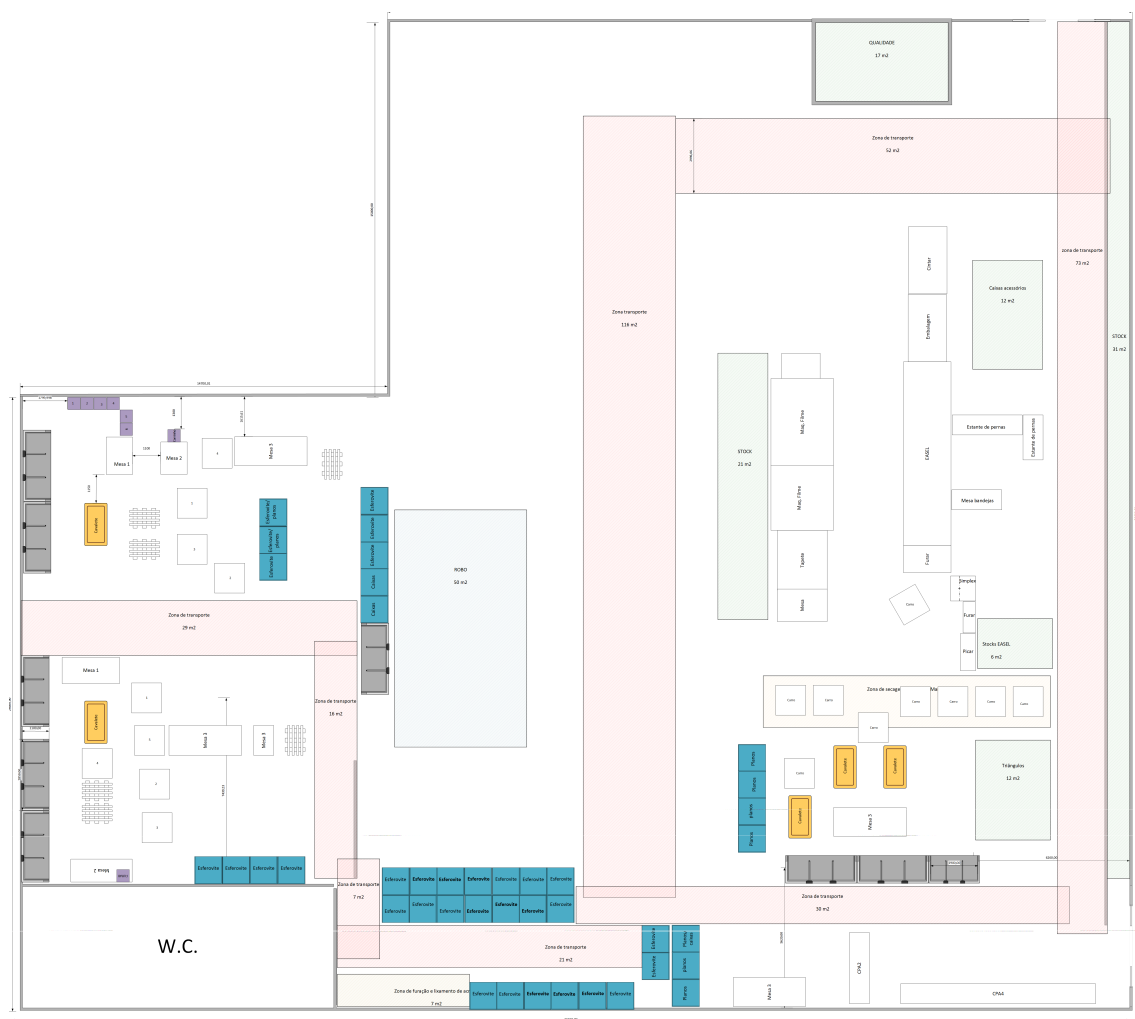


Figura 28: Exemplos de simulações em quadros magnéticos de propostas de Layout.

Alternativa 1

A linha do MOBILE já não existe, e a MFE, mudou de orientação, para reduzir a distância dos produtos MOBILE, desde a saída da Linha EASEL, até a entrada na MFE, reduzindo assim a distância que os quadros (como produto intermédio) percorrem. Foi criada uma zona de stock de acessórios e caixas para a MFE e a MME também ganhou mais espaço para stock de planos sendo ainda definida uma zona para depositar planos defeituosos. Foi criado um supermercado comum de planos, acrílicos, esferovite e caixas para as Vitruines, ao invés de estarem espalhados pela fábrica. Os três setores das vitruines foram agrupados numa área comum, facilitando a supervisão da chefe de linha, e a disposição dos setores das vitruines Master e Oval também sofreram algumas alterações de disposição, nomeadamente: no setor das Vitruines Master, o cavalete foi colocado entre a mesa 1 e a mesa 2, reduzindo o percurso dos colaboradores com produtos intermédios, foi criada uma zona de cura limitada, entre a mesa 2 e a mesa 3, o que também reduz distâncias percorridas pelos colaboradores e produtos intermédios. Com estas alterações pretende-se simplificar ao máximo fluxo de materiais e pessoas, reduzindo assim distâncias percorridas desnecessariamente. No setor das Vitruines



3.4.5 Etapa de seleção

Nesta etapa, tal como já referido, devem ser definidos os critérios para avaliar a melhor alternativa proposta.

Com vista a ser avaliada a distância percorrida foram medidas todas as distâncias com ajuda do software VISIO, das alternativas propostas.

Primeiro foram avaliadas as distâncias de elementos que vêm de fora do pavilhão como o comboio logístico e o empilhador. Essas distâncias apresentam-se na tabela 30.

Tabela 30: Distâncias percorridas pelo comboio logístico e pelo empilhador dentro do pavilhão.

	DESLOCAÇÃO	LAYOUT ATUAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
COMBOIO LOGÍSTICO	<i>Percurso feito pelo comboio Logístico</i>	227,2m	179,9m	189,4m
EMPILHADOR	<i>Stock Planos MME</i>	50,5m	50,5m	50,5m
	<i>Stock Caixas EASEL</i>	14,0m	14,0m	14,0m
	<i>Stock Tubos EASEL</i>	18,8m	18,8m	18,8m
	<i>Stock Caixas MFE</i>	27,0m	27,0m	27,0m
	<i>Acessórios MFE</i>	36,0m	36,0m	36,0m
	<i>Stock Caixas VT Master</i>	69,1m	53,1m*	53,1m*
	<i>Stock Planos VT Master</i>	46,3m	53,1m*	53,1m*
	<i>Stock Caixas VT Oval</i>	23,0m	53,1m*	53,1m*
	<i>Stock Planos VT Oval</i>	32,5m	53,1m*	53,1m*
	<i>Stock Acrílicos VT Click</i>	53,4m	53,1m*	53,1m*
	<i>Stock Caixas VT Click</i>	53,4m	53,1m*	53,1m*
	<i>Stock Acrílicos VT Click</i>	36,7m	53,1m*	53,1m*

A distância apesar de em alguns casos ser maior, não implica necessariamente uma perda, pois para deixar todo o stock de caixas pedido, o empilhador apenas tem de fazer uma viagem e não andar a distribuir caixas pelos 3 setores de vitrines.

Em segundo lugar foram avaliadas as distâncias entre setores que realizam trocas de materiais, como por exemplo de produtos intermédios para abastecimento de algum setor (tabela 31).

Tabela 31: Distâncias de percursos entre setores.

DE	PARA	LAYOUT ATUAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
CORTE	Stock Perfis MME	6,5m	6,5m	6,5m
	Supermercado (<i>simplex</i>) EASEL	20,9m	20,9m	20,9m
	Stock Tirantes	13,6m	13,6m	13,6m
	Stock Perfis VT Master	47,1m	47,1m	47,1m
	Stock Perfis VT Oval	55,5m	46,7m	46,7 m
	Stock Perfis VT Click	13,4m	35,8m	13,4m
EASEL	MFE	31,5m	15,1m	15,1m

Por último foram medidas as distâncias percorridas dentro de cada setor, estando esses resultados resumidos nas tabelas 32 a 37.

Tabela 32: Distâncias percorridas dentro do setor MME.

DESLOCAÇÃO	DISTÂNCIA(m)		
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2
TRANSPORTE DE PERFIS (20 PERFIS)	1m	1m	1m
TRANSPORTE DE PERFIS COM COLA	2,3m	1,6m	1,6m
TRANSPORTE DE PALETE COM PLANOS	8,3m	8,3m	8,3m
TRANSPORTE DE PLANOS (3 PLANOS)	1,4m	1,4m	1,4m
TRANSPORTE DO QUADRO	3m	0,9m	0,9m
TOTAL	16m	13,2m	13,2m

Tabela 33: Distâncias percorridas dentro do setor EASEL.

DESLOCAÇÃO	DISTÂNCIA(m)		
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2
TRANSPORTE DE ALUMINIO PARA MONTAR SIMPLEX (30 PARES)	16,8m	16,8m	16,8m
TRANSPORTE DE CARRINHO COM MEMOS	4,1m	3,2m	3,2m
TRANSPORTE PARA PALETE	2m	2m	2m
TOTAL	22,9m	22m	22m

Tabela 34: Distâncias percorridas dentro do setor MFE.

	DISTÂNCIA (m)		
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2
TRANSPORTAR PALETE	3m	3m	3m
TRANSPORTAR ACESSÓRIOS	6m	4m	4m
TOTAL	9m	7m	7m

Tabela 35: Distâncias percorridas dentro do setor Vitrines Master.

	<i>Atividade</i>	<i>DISTÂNCIA (m)</i>		
		<i>Layout Atual</i>	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>
BASE	Transporte perfis para mesa de apoio máquina de furar	2,1m	2,1m	2,1m
	Transporte perfis furados p/mesa 1	1,8m	1,8m	1,8m
	Transporte perfis com cola	1,7m	0,9m	1,7m
	Transportar para carrinho suporte mesa 2	3,6m	0,5m	3,6m
PORTA	Transporte perfis para mesa apoio máquina de furar	4,1m	2,1m	4,1m
	Transporte perfis furados p/mesa 1	2m	1,8m	2m
	Transportar perfis com silicone	1,7m	0,9m	1,7m
	Transportar para carrinho suporte mesa 2	3,6m	0,5m	3,6m
FECHAR	Transportar base para mesa 2	1,2m	0,5m	1,2m
	Transportar porta para mesa 2	1,2m	0,5m	1,2m
	Transportar vitrine para o caro	1m	1m	1m
TRANSPORTAR PARA ZONA DE CURA		3,5m	2m	3,5m
EMBALAR	Transportar carro da zona de cura para mesa 3	7m	2,1m	7m
	Transportar vitrine para mesa 3	1,4m	0,5m	1,4m
	Fechar a caixa e meter na paleta	1,4m	0,9m	1,4m
TOTAL		37,3m	18,1m	37,3m

Tabela 36: Distâncias percorridas dentro do setor Vitrines Oval.

	<i>Atividade</i>	<i>DISTÂNCIA (m)</i>		
		<i>Layout Atual</i>	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>
BASE	Transportar perfis par a mesa 1	3,1m	1,1m	3,1m
	Transportar perfis para cavalete	1,5m	1m	1,5m
PORTA	Transportar perfis par a mesa 1	3,1m	1,1m	3,1m
	Transportar perfis para cavalete	1,5m	1m	1,5m
TRANSPORTAR PARA ZONA DE CURA		4,3m	3,2m	4,3m
FECHAR	Transportar Carro da zona de seca para mesa 3	6,3m	3,8m	6,3m
	Transportar base para mesa 3	1,2m	0,7m	1,2m
	Transportar porta para mesa 3	1,2m	0,7m	1,2m
	Movimentar para zona embalamento (mesa 3)	1,5m	1,3m	1,5m
EMBALAR	Transportar vitrine para paleta	1,4m	1,4m	1,4m
TOTAL		25,1m	15,3m	25,1m

Tabela 37: Distâncias percorridas dentro do setor Vitrines Click.

ATIVIDADE	DISTÂNCIA (m)		
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2
Transportar perfis para a mesa 1	3m	3m	3m
Transportar base para a mesa 1	3m	3m	3m
Transportar caixas	3m	3m	3m
Transportar para a palete	1,5m	1,5m	1,5m
TOTAL	10,5m	10,5m	10,5m

Cálculo dos custos de movimentação

Tal como na etapa anterior, em primeiro lugar foram avaliados os custos relativos a elementos que vêm de fora do pavilhão (comboio logístico e empilhador).

Como referido no capítulo dois, o cálculo do custo é dado pela seguinte equação:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij} * C_{ij} * D_{ij}$$

onde:

T_{ij} – Número de movimentação entre i e j

C_{ij} – “Custo” por unidade de distância por movimento entre i e j

D_{ij} – Distância de i a j

C – Custo total

n – Número de departamentos

No caso do comboio logístico, uma vez que ele faz sempre o mesmo circuito, este calculo simplifica-se, sendo o seu custo calculado da seguinte forma:

$$C = T_{ij} * C_{ij} * D_{ij}$$

onde:

i – Entrada no portão norte

j – Saída no portão norte

T_{ij} – Assume o valor 40 (número de voltas ao setor EASEL por semana)

C_{ij} – “Custo” por unidade de distância do comboio logístico (variável que comporta todos os custos associados à deslocação do comboio logístico por metro)

D_{ij} – Distância de i a j (corresponde a distância percorrida pelo comboio logístico em cada uma das alternativas)

C – Custo total (é a relação que nos permite perceber qual a melhor opção, tendo como variável o custo por unidade de distância)

Então, aplicando a fórmula ficamos com os custos por semana para cada uma das alternativas.

Ao nível do percurso do comboio logístico, a alternativa 1 mostrou o melhor resultado dentro das alternativas propostas, reduzindo em 20,7% os custos relacionados com a deslocação deste comboio em comparação com o *layout* atual, enquanto que a alternativa 2, apesar de também ter demonstrado uma melhoria, esta não foi significativa, apresentando uma redução de 16,6% dos custos, como é possível ver na tabela 38.

Tabela 38: Custos da deslocação do comboio logístico na situação inicial e nas duas alternativas propostas.

		CUSTO MÉDIO EM € DAS MOVIMENTAÇÕES DO COMBIO LOGISTICO NUMA SEMANA			VARIAÇÃO DO CUSTO EM %, COMPARANDO CADA UMA DAS ALTERNATIVAS COM O LAYOUT ATUAL	
	DESLOCAÇÃO	Layout atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
COMBOIO LOGÍSTICO	Percurso feito pelo comboio Logístico	$40 * 227 * C_{ij}$	$7196C_{ij}$	$7576C_{ij}$	-20,7%	-16,6%

No caso das movimentações com empilhador, foram definidos os custos por movimentação desde a entrada do empilhador no portão norte até cada um dos setores, representados na tabela 39, sendo que os custos estão expostos por movimentação e não por movimentações por semana, pelo facto de não existirem dados sobre a quantidade de movimentações feitas pelo empilhador.

Tabela 39: Custos da movimentação do empilhador na situação inicial e nas duas alternativas propostas.

	DESLOCAÇÃO	CUSTO MÉDIO EM EUROS DE UMA MOVIMENTAÇÃO DO EMPILHADOR			VARIAÇÃO DO CUSTO EM %, COMPARANDO CADA UMA DAS ALTERNATIVAS COM O LAYOUT ATUAL	
		Layout atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
EMPILHADOR	Stock Planos MME	50,5C _{ij}	50,5C _{ij}	50,5C _{ij}	0%	0%
	Stock Caixas EASEL	14,0C _{ij}	14,0C _{ij}	14,0C _{ij}	0%	0%
	Stock Tubos EASEL	18,8C _{ij}	18,8C _{ij}	18,8C _{ij}	0%	0%
	Stock Caixas MFE	27,0C _{ij}	27,0C _{ij}	27,0C _{ij}	0%	0%
	Acessórios MFE	36,0C _{ij}	36,0C _{ij}	36,0C _{ij}	0%	0%
	Stock Caixas VT Master	69,1C _{ij}	53,1C _{ij} *	53,1C _{ij} *	-23,2%	-23,2%
	Stock Planos VT Master	46,3C _{ij}	53,1C _{ij} *	53,1C _{ij} *	+14,7%	+14,7%
	Stock Caixas VT Oval	23,0C _{ij}	53,1C _{ij} *	53,1C _{ij} *	+130,9%	+130,9%
	Stock Planos VT Oval	32,5C _{ij}	53,1C _{ij} *	53,1C _{ij} *	+63,4%	+63,4%
	Stock Acrílicos VT Click	53,4C _{ij}	53,1C _{ij} *	53,1C _{ij} *	-0,6%	-0,6%
	Stock Caixas VT Click	53,4C _{ij}	53,1C _{ij} *	53,1C _{ij} *	-0,6%	-0,6%
	Stock Acrílicos VT Click	36,7C _{ij}	53,1C _{ij} *	53,1C _{ij} *	+44,6%	+44,6%

Uma vez que não temos a informação do número de movimentações feitas de setor para setor, nem as quantidades movimentadas são sempre constantes, a fórmula foi adaptada ao nível das variáveis, passando a:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n T_{ij} * C_{ij} * D_{ij}$$

onde:

T_{ij} – Quantidade média semanal de material a ser movimentado entre i e j

C_{ij} – “Custo” por unidade de distância por quantidade de material a ser movimentado entre i e j

D_{ij} – Distância de i a j

C – Custo total

n – Número de departamentos

Os dados que dispomos são referentes à totalidade da produção do pavilhão EASEL, da quinta semana à trigésima quinta semana, e incluem dados de produtos que já não se fabricam no pavilhão EASEL. Então, uma vez que não é possível identificar através dos registos as quantidades de produtos intermédios que se vai deixar de produzir, foi feita uma aproximação da seguinte forma: sabendo que os produtos que se deixaram de produzir na linha EASEL correspondem a 30,3% do total de produção, e que todos os produtos desta linha possuem o mesmo rácio de produtos intermédios usados (pelo menos dos produtos intermédios que estamos a analisar), isto é todos os produtos da linha EASEL consomem duas unidades de produtos intermédios provenientes do corte (para produção do *simplex*) e uma unidade de produto intermédio proveniente do setor da MME (1 *memo*), que por sua vez, independentemente do produto, consome 4 unidades de produto intermédio proveniente do corte (4 perfis), aplicamos uma regra de três simples, considerando que a probabilidade de um produto intermédio ser movimentado do setor Corte para o setor MME com defeito, é igual para todos os produtos intermédios.

$$4229 * (1 - 0,303) = 2947,613 \approx 2948 \text{ unidades estimadas}$$

Sabendo que para a totalidade dos produtos intermédios da linha EASEL, produzidos no setor MME ($4229 + 687 = 4916$) são necessários 19964 perfis, é possível calcular quantos perfis seriam necessários para 69,7% dos produtos EASEL e 100% dos produtos MOBILE

$$x = \frac{(2948 + 687) * 19964}{(4229 + 687)} = 14762 \text{ unidades estimadas}$$

Então, passamos a considerar que o setor Corte produz cerca de 14762 unidades semanalmente e o setor MME, por sua vez, produz cerca de 3635 produtos semanalmente para o setor EASEL e o setor EASEL produz 3290 unidades semanalmente. E através da mesma regra, consideramos que o setor do corte movimenta cerca de 7737 unidades de produto intermédio para o EASEL (6078 para produtos EASEL e 1659 para produtos MOBILE).

Com a alternativa 1 e a alternativa 2, é possível reduzir em 15,9% os gastos de movimentação do setor do Corte para o setor das Vitrines Oval. No entanto a alternativa 1 implica um aumento de 67,2% dos gastos de movimentação do setor do Corte para o setor das Vitrines Click em comparação com a solução inicial e a alternativa 2 (tabela 40), mas como o volume de materiais para esse setor é relativamente pequeno, podemos assumir que não iria implicar um elevado custo, que pode ser compensado pela facilidade de supervisão uma vez que os três setores das vitrines com a alternativa 1, ficam com na mesma área.

Tabela 40: Custos de movimentação do setor do corte para os restantes setores.

DE (I)	Para (J)	CUSTO EM € POR UNIDADE MOVIMENTADA ENTRE I E J			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
		Layout atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
CORTE	MME	$14762 * 6,5 * C_{ij}$	$95953C_{ij}$	$95953C_{ij}$	0%	0%
	EASEL	$161703,3C_{ij}$	$161703,3C_{ij}$	$161703,3C_{ij}$	0%	0%
	Vitrines Oval	$178654,5C_{ij}$	$150327,3C_{ij}$	$150327,3C_{ij}$	-15,9%	-15,9%
	Vitrines Master	$119586,9C_{ij}$	$119586,9C_{ij}$	$119586,9C_{ij}$	0%	0%
	Vitrines Click	$3993,2C_{ij}$	$10668,4C_{ij}$	$3993,2C_{ij}$	+67,2%	0%

Relativamente aos movimentos entre o EASEL e a MFE, as duas alternativas representam uma redução de 52,1% dos custos de movimentação, como é possível ver na tabela 41.

Tabela 41: Custos de movimentação entre o setor EASEL e o setor MFE.

DE (I)	PARA (J)	CUSTO EM € POR UNIDADE MOVIMENTADA ENTRE I E J			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
		Layout atual	Alternativa 1	Alternativa 2	1	2
EASEL	MFE	$18868,5C_{ij}$	$9044,9C_{ij}$	$9044,9C_{ij}$	-52,1%	-52,1%

Custos das distâncias percorridas dentro dos setores (por uma unidade):

No caso da MME, as duas alternativas oferecem uma redução de 30% e 70% em dois momentos de transporte (transporte de perfis com cola e transporte de *memos* respetivamente), não apresentando nenhum aumento de custos (tabela 42).

Tabela 42: Custos de movimentação no setor MME.

ATIVIDADE	CUSTO EM € POR UNIDADE POR MOVIMENTAÇÃO ENTRE ETAPAS DE PRODUÇÃO NO SETOR MME			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Transporte de perfis (20 perfis)	$1C_{ij}$	$1C_{ij}$	$1C_{ij}$	0%	0%
Transporte de perfis com cola	$2,3C_{ij}$	$1,6C_{ij}$	$1,6C_{ij}$	-30%	-30%
Transporte de palete com planos	$8,3C_{ij}$	$8,3C_{ij}$	$8,3C_{ij}$	0%	0%
Transporte de planos (3 planos)	$1,4C_{ij}$	$1,4C_{ij}$	$1,4C_{ij}$	0%	0%
Transporte do quadro	$3C_{ij}$	$0,9C_{ij}$	$0,9C_{ij}$	-70%	-70%
TOTAL	$16C_{ij}$	$13,2C_{ij}$	$13,2C_{ij}$	-17,5%	-17,5%

No caso do EASEL, um dos transportes realizados internamente (transporte de carrinhos com *memos*), também sofre uma redução de cerca de 22%, não se verificando nenhum aumento (tabela 43).

Tabela 43: Custos de movimentação no setor EASEL.

ATIVIDADE	CUSTO EM € POR UNIDADE POR MOVIMENTAÇÃO ENTRE ETAPAS DE PRODUÇÃO NO SETOR EASEL			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Transporte de alumínio para montar <i>simplex</i> (30 pares)	$\frac{16,8C_{ij}}{30}$	$\frac{16,8C_{ij}}{30}$	$\frac{16,8C_{ij}}{30}$	0%	0%
Transporte de carrinho com <i>memos</i>	$4,1C_{ij}$	$3,2C_{ij}$	$3,2C_{ij}$	-22%	-22%
Transporte para palete	$2C_{ij}$	$2C_{ij}$	$2C_{ij}$	0%	0%
TOTAL	$6,6C_{ij}$	$5,76C_{ij}$	$5,76C_{ij}$	-12,7%	-12,7%

No caso do setor MFE, também se obtém uma redução nas duas alternativas de cerca de 33,3% do custo de movimentação de acessórios, não se verificando nenhum aumento (tabela 44).

Tabela 44: Custos de Movimentação no setor MFE.

ATIVIDADE	CUSTO EM € POR UNIDADE POR MOVIMENTAÇÃO ENTRE ETAPAS DE PRODUÇÃO NO SETOR MFE			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Transportar palete	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	0%	0%
Transportar acessórios	$6C_{ij}$	$4C_{ij}$	$4C_{ij}$	-33,3%	-33,3%
TOTAL	$9C_{ij}$	$7C_{ij}$	$7C_{ij}$	-22,2%	-22,2%

No caso do setor das Vitrines Master, a alternativa 2 não implica nenhuma alteração nos custos de transporte, enquanto que a alternativa 1 oferece onze reduções deste custo em treze movimentações internas existentes: transportar perfis com cola em 47,1%, transportar para carrinho suporte mesa 2 em 86,1%, transportar perfis para mesa apoio máquina de furar em 48,8%, transportar perfis furados para mesa 1 em 10%, transportar perfis com silicone em 47,1%, transportar para carrinho suporte mesa 2 em 86,1%, transportar base para mesa 2 em 58,3%, transportar porta para mesa 2 em 58,3%, transportar carro para mesa 3 em 70%, transportar vitrine para mesa 3 em 64,3%, fechar a caixa e meter na paleta em 35,7% (tabela 45)

Tabela 45: Custos de movimentação no setor Vitrines Master.

	Atividade	CUSTO EM € POR UNIDADE POR MOVIMENTAÇÃO ENTRE ETAPAS DE PRODUÇÃO NO SETOR VITRINES MASTER			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
		Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
BASE	Transporte perfis para mesa de apoio máquina de furar	2,1C _{ij}	2,1C _{ij}	2,1C _{ij}	0%	0%
	Transporte perfis furados p/mesa 1	1,8C _{ij}	1,8C _{ij}	1,8C _{ij}	0%al	0%
	Transporte perfis com cola	1,7C _{ij}	0,9C _{ij}	1,7C _{ij}	-47,1%	0%
	Transportar para carrinho suporte mesa 2	3,6C _{ij}	0,5C _{ij}	3,6C _{ij}	-86,1%	0%
PORTA	Transporte perfis para mesa apoio máquina de furar	4,1C _{ij}	2,1C _{ij}	4,1C _{ij}	-48,8%	0%
	Transporte perfis furados p/mesa 1	2C _{ij}	1,8C _{ij}	2C _{ij}	-10%	0%
	Transportar perfis com silicone	1,7C _{ij}	0,9C _{ij}	1,7C _{ij}	-47,1%	0%
	Transportar para carrinho suporte mesa 2	3,6C _{ij}	0,5C _{ij}	3,6C _{ij}	-86,1%	0%
FECHAR	Transportar base para mesa 2	1,2C _{ij}	0,5C _{ij}	1,2C _{ij}	-58,3%	0%
	Transportar porta para mesa 2	1,2C _{ij}	0,5C _{ij}	1,2C _{ij}	-58,3%	0%
	Transportar vitrine para o caro	1C _{ij}	1C _{ij}	1C _{ij}	0%	0%
TRANSPORTAR PARA ZONA DE CURA		3,5C _{ij}	2C _{ij}	3,5C _{ij}	-42,9%	0%
EMBALAR	Transportar carro para mesa 3	7C _{ij}	2,1C _{ij}	7C _{ij}	-70%	0%
	Transportar vitrine para mesa 3	1,4C _{ij}	0,5C _{ij}	1,4C _{ij}	-64,3%	0%
	Fechar a caixa e meter na paleta	1,4C _{ij}	0,9C _{ij}	1,4C _{ij}	-35,7%	0%
TOTAL		37,3C _{ij}	18,1C _{ij}	37,3C _{ij}	-51,5%	0%

No caso do setor das Vitrines Oval, a alternativa 2 não propõe nenhuma alteração nos custos, enquanto que a alternativa 1 propõe a redução de dez dos onze movimentos internos: transportar perfis para a mesa 1 em 64,5% (base), transportar perfis para cavalete em 33,3% (base), transportar perfis para a mesa 1 em 64,5% (porta), transportar perfis para cavalete em 33,3% (porta), transportar para zona de cura em 25,6%, transportar carro da zona de seca para mesa 3 em 39,7%, transportar base para mesa 3 em 41,7%, transportar porta para mesa 3 em 41,7%, movimentar para zona embalagem (mesa 3) em 13,3% (tabela 46).

Tabela 46: Custos de movimentação no setor Vitrines Oval.

		CUSTO EM € POR UNIDADE POR MOVIMENTAÇÃO ENTRE ETAPAS DE PRODUÇÃO NO SETOR VITRINES OVAL			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
		Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
BASE	Transportar perfis par a mesa 1	$3,1C_{ij}$	$1,1C_{ij}$	$3,1C_{ij}$	-64,5%	0%
	Transportar perfis para cavalete	$1,5C_{ij}$	$1C_{ij}$	nj	-33,3%	0%
PORTA	Transportar perfis par a mesa 1	$3,1C_{ij}$	$1,1C_{ij}$	$3,1C_{ij}$	-64,5%	0%
	Transportar perfis para cavalete	$1,5C_{ij}$	$1C_{ij}$	$1,5C_{ij}$	-33,3%	0%
TRANSPORTAR PARA ZONA DE CURA		$4,3C_{ij}$	$3,2C_{ij}$	$4,3C_{ij}$	-25,6%	0%
FECHAR	Transportar Carro da zona de seca para mesa 3	$6,3C_{ij}$	$3,8C_{ij}$	$6,3C_{ij}$	-39,7%	0%
	Transportar base para mesa 3	$1,2C_{ij}$	$0,7C_{ij}$	$1,2C_{ij}$	-41,7%	0%
	Transportar porta para mesa 3	$1,2C_{ij}$	$0,7C_{ij}$	$1,2C_{ij}$	-41,7%	0%
	Movimentar para zona embalamento (mesa 3)	$1,5C_{ij}$	$1,3C_{ij}$	$1,5C_{ij}$	-13,3%	0%
EMBALAR	Transportar vitrine para palete	$1,4C_{ij}$	$1,4C_{ij}$	$1,4C_{ij}$	0%	0%
TOTAL		$25,1C_{ij}$	$16,3C_{ij}$	$25,1C_{ij}$	-35,1%	0%

No caso do setor das vitrines Click, não se alteram os custos de movimentação em nenhuma das alternativas (tabela 47).

Tabela 47: Custos de movimentação no setor Vitrines Click.

ATIVIDADE	CUSTO EM € POR UNIDADE POR MOVIMENTAÇÃO ENTRE ETAPAS DE PRODUÇÃO NO SETOR VITRINES CLICK			VARIAÇÃO DO CUSTO EM%, COMPARANDO COM A SITUAÇÃO ATUAL	
	Layout Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Transportar perfis para a mesa 1	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	0%	0%
Transportar base para a mesa 1	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	0%	0%
Transportar caixas	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	$3C_{ij}$	0%	0%
Transportar para a palete	$1,5C_{ij}$	$1,5C_{ij}$	$1,5C_{ij}$	0%	0%
TOTAL	$10,5C_{ij}$	$10,5C_{ij}$	$10,5C_{ij}$	0%	0%

Ambas as alternativas propõem algumas melhorias ao nível da simplificação dos fluxos de transporte e produtivos. No entanto, quantitativamente, a alternativa 1 é a que tem um maior impacto na redução dos custos, para além de que esta facilita a supervisão de todos os setores, pois todos estão fisicamente próximos.

3.5 Implementação da solução escolhida

Nesta fase, já com a alternativa 1 selecionada, foram tomadas todas as medidas para que se procedessem às alterações, tais como fazer pequenas simulações no chão de fábrica com fita cola para garantir que tudo o que estava idealizado no papel tinha lugar no espaço disponível do pavilhão (figura 31), pedir ajuda de um empilhador para movimentar estantes e mesas pesadas, pedir autorização ao responsável pela produção para suspender a produção durante as alterações e pedir o acompanhamento de um responsável do departamento de qualidade, higiene e segurança no trabalho para aprovar todas as alterações propostas.

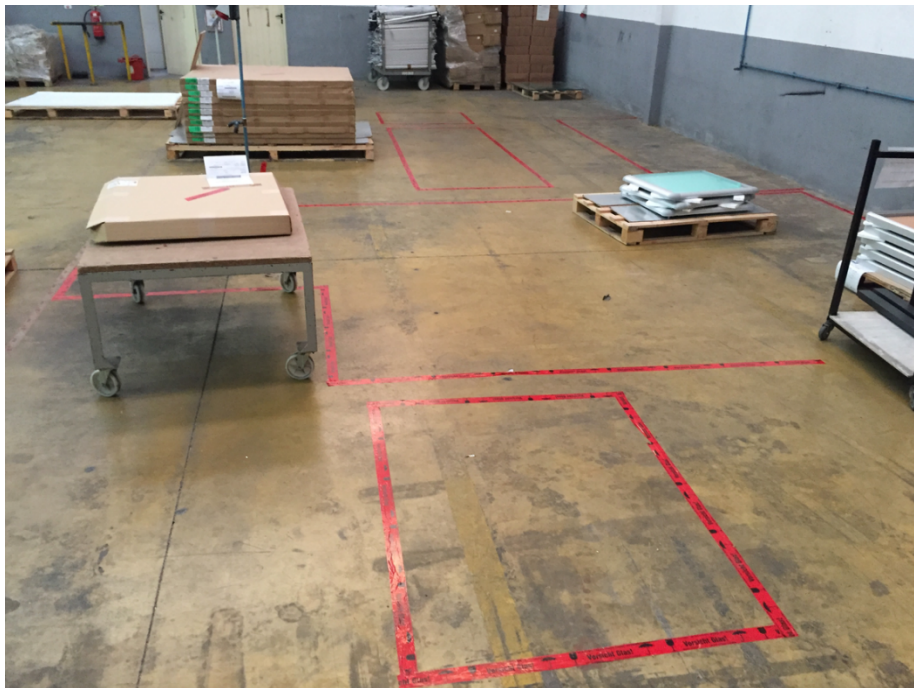


Figura 31: Simulação no chão de fábrica das alterações propostas.

A implantação foi iniciada nos setores das vitrines, que foram os primeiros a serem alterados, seguidos do setor da MME e da própria linha do EASEL e também algumas pequenas alterações na MFE. Apesar de alguns não terem sofrido grandes alterações ao nível do *layout*, em todos foram implementadas melhorias ao nível dos 5S's, como se pode ver, por exemplo, nas figuras 32 a 36, a mudança

do suporte de apoio das ferramentas e a sua colocação mais próximo do operador, as marcações no chão com cor amarela para identificar os corredores e locais de passagem, as marcações com cor azul para localizar os produtos intermédios, as marcações com cor verde para os produtos finais e com cor vermelha para os produtos danificados e que não têm condições para serem usados.



Figura 32: Antes e depois de um suporte de máquinas na linha EASEL



Figura 33: Exemplo de marcação de um corredor.



Figura 34: Exemplo de marcação de produto intermédio.

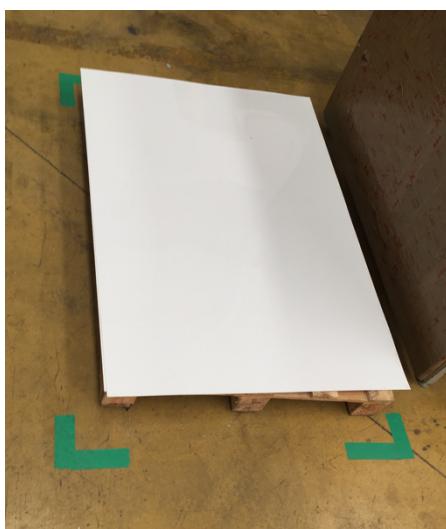


Figura 35: Exemplo de marcação de produto final.



Figura 36: Exemplo de marcação de produto danificado.

4 Conclusão e trabalhos futuros

4.1 Conclusão

Os problemas de definição do sistema de transporte de materiais e o problema do *layout* estão interrelacionados e ligados um ao outro.

Uma boa organização de *layout* deve fornecer um espaço razoável e suficiente para o desempenho de todas as atividades que são necessárias, garantir que os materiais fluam normalmente, evitando interrupções, mas ao mesmo tempo reduzindo todos os custos possíveis.

Neste projeto foi possível reorganizar o *layout* do pavilhão EASEL, de modo a simplificar os fluxos de movimentações de matérias primas, produtos finais e também produtos intermédios dentro dos próprios setores e em muitos casos foi possível também reduzir as distâncias necessárias para esses mesmos movimentos.

De um ponto de vista quantitativo, a alternativa selecionada (alternativa 1), permitiu reduzir em 47,3m a distância percorrida dentro do pavilhão do comboio logístico a cada passagem, uma redução de 20,8% da distância percorrida anteriormente e ao mesmo tempo agrupar todos os stocks de caixas, acrílicos, esferovites e planos dos três setores das vitrines, stocks estes que são abastecidos por empilhador.

Nas deslocações entre setores, a alternativa 1 permitiu reduzir em 8,8m as deslocações do setor do corte para o stock de perfis das vitrines ovais, uma redução de 15,9% em comparação com a distância percorrida anteriormente e em 16,4m as deslocações do setor EASEL para o setor MFE uma redução de 52,1%. No entanto, a distância do setor do corte para o setor das vitrines Click aumentou 22,4m.

Nas deslocações dentro dos setores, as distâncias percorridas pelos produtos em transformação e respetivos colaboradores, foram reduzidas em 2,8m no setor MME, uma redução de 17,5%, 0,9m no setor do EASEL (3,9%), 3m no setor da MFE (33,3%), 19,2m no setor das vitrines master (51,5%) e 9,8m no setor das vitrines oval (39%), nos outros setores, a distância percorrida internamente não se alterou, não se tendo verificado nenhum aumento de distância a percorrer.

De um ponto de vista qualitativo, a alternativa selecionada permitiu adicionar zonas definidas para produtos intermédios, produtos defeituosos e produtos finais em todos os setores, aumentando a arrumação dos mesmos, foi criada uma zona de stocks intermédios comum para os setores das vitrines, reduzindo as visitas dos empilhadores, os três setores das vitrines ficaram numa área comum, facilitando a supervisão por parte do chefe de linha e todo o material defeituoso que estava acumulado no pavilhão foi devidamente tratado (recuperado se possível ou simplesmente deitado fora), libertando uma área de 114m².

4.2 Projetos de trabalhos futuros.

Com a organização do *layout*, e com a saída de alguns setores do pavilhão, foi possível libertar 114 m² de área ocupada, o que pode permitir a futura expansão do pavilhão, com a introdução de uma ou mais células de trabalho, para a produção de novos produtos, ou de produtos existentes, por exemplo alguns artigos da linha EASEL (que eram produzidos na antiga linha MOBILE), tais como: os COMBIS, ou até mesmo o 1 *Simplex* com braços, uma vez que as quantidades produzidas semanalmente não justificam a sua produção numa linha.

5 Bibliografia

- Drira, A., Pierreval, H., & Hajri-Gabouj, S. (2007). Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control*, 31(2), 255–267. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2007.04.001>
- Gómez P., F. J., & Filho, M. G. (2016). Complementing lean with quick response manufacturing: case studies. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9513-4>
- Jacobs, R., & Richard, C. (2013). *Operations and Supply Chain Management* (14th ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- Karlsson, C., & Åhlström, P. (1996). Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 24–41. <https://doi.org/10.1108/01443579610109820>
- Meller, R. D., & Gau, K.-Y. (1996). The facility layout problem: Recent and emerging trends and perspectives. *Journal of Manufacturing Systems*, 15(5), 351–366. [https://doi.org/10.1016/0278-6125\(96\)84198-7](https://doi.org/10.1016/0278-6125(96)84198-7)
- Muther, R., & Halles, L. (2015). *Systematic Layout Planning - A total system of layout planning* (4^a Edição). Management & Industrial Research Publications.
- Phillips, E. (1997). *Manufacturing Plant Layout - Fundamentals and fine points of optimum facility design* (1^a edição). society of Manufacturing Engineers.
- Raman, D., Nagalingam, S. V., & Lin, G. C. I. (2009). Towards measuring the effectiveness of a facilities layout. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25(1), 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2007.06.003>
- Roldão, V., & Ribeiro, J. (2014). *GESTÃO DAS OPERAÇÕES UMA ABORDAGEM INTEGRADA* (2^a Edição). Monitor - Projectos e Edições, Lda.
- Singh, S. P., & Sharma, R. R. K. (2006). A review of different approaches to the facility layout problems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30(5–6), 425–433. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0087-9>